



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1145	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv USB	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel				
Geologische Untersuchung der Molybdänvorkommen des Flottorp-Gebietes, Vest-Agder, Südnorwegen				
Forfatter F. Hophengärtner	Dato 1974	Bedrift Folldal Verk A/S		
Kommune Audnedal	Fylke Vest-Agder	Bergdistrikt Østlandske	1: 50 000 kartblad 14111	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi Prospekteering	Dokument type	Forekomster Flottorp Gruber		
Råstofftype Malm/metall	Emneord Cu Au Mo			
Sammendrag				
Die Molybdänvorkommen von Flottorp in der Provinz Vest Agder, Südnorwegen wurden geologisch, petrographisch und untergeordnet auch geochemisch untersucht. Diese Vorkommen sind Teile einer Reihe kleiner bis mittelgroßer Molybdänvorkommen im präkambrischen Gneiskomplex Südnorwegens. Träger der Vererzung ist eine Serie von grauen Gneisen und Amphiboliten, welche teilweise stark verfaltet in roten Granitgneisen liegen. Die Vererzung mit Molybdänglanz, Kupferkies, Fyrit und untergeordnet Magnetkies als Hauptparagenese ist ausschließlich an die Serie der grauen Gneise und Amphibolite gebunden.				

Industridepartementet - Bergvesenet
Undersøkelse av Statens Bergrettigheter
Postboks 3006, 7001 Trondheim

Geologische Untersuchung der Molybdänvorkommen
des Flottorp-Gebietes, Vest Agder, Südnorwegen.

Fritz Hopfengärtner 1974

Zusammenfassung

Die Molybdänvorkommen von Flottorp in der Provinz Vest Agder, Südnorwegen wurden geologisch, petrographisch und untergeordnet auch geochemisch untersucht. Diese Vorkommen sind Teile einer Reihe kleiner bis mittelgroßer Molybdänvorkommen im präkambrischen Gneiskomplex Südnorwegens.

Träger der Vererzung ist eine Serie von grauen Gneisen und Amphiboliten, welche teilweise stark verfaltet in roten Granitgneisen liegen. Die Vererzung mit Molybdänglanz, Kupferkies, Pyrit und untergeordnet Magnetkies als Hauptparagenese ist ausschließlich an die Serie der grauen Gneise und Amphibolite gebunden.

Der tektonische Bau des Flottorp-Gebietes wird bestimmt durch eine Reihe von meist isoklinalen Sätteln und Mulden, mit einheitlich 10° - 30° streichenden und flach einfallenden Achsen. Störungen mit größeren Bewegungsbeträgen sind selten, Dehnungsbrüche dagegen häufig und im Gelände gut sichtbar. Die Metamorphose der Gesteine des Flottorp-Gebietes lief unter katazonalen Bedingungen nahe der Anatexis ab.

Die geologischen und petrographischen Gegebenheiten deuten auf eine submarin-synsedimentäre Entstehung der Vorkommen hin. Die roten Granitgneise werden als ehemalige Arkosen, Grauwacken und Sandsteine, die grauen Gneise als Mergel und Tone und die Amphibolite als vulkanische Einschaltungen in diesen gedeutet. Die sulfidischen Erze wurden in reduzierendem marinem Milieu ausgefällt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	I
Abstract	II
I Das Arbeitsgebiet	1
II Aufgabenstellung	5
III Kartenmaterial	5
IV Arbeitsmethoden	5a
V Geologischer Überblick	6
VI Die Geschichte des Bergbaus und frühere Bearbeitungen	7
VII Zur Geologie und Tektonik des Flottorp- Gebietes	10
VIII Zur Geologie und Tektonik des Lagerstätten- gebietes	13
IX Petrographie	21
1.Die grauen Gneise	21
2.Die roten Granitgneise	25
3.Die Amphibolite	29
4.Granat-Pyroxen-Biotitfels	32
5.Ganggesteine und Kluftfüllungen	34
6.Die Erzmineralien	36
X Geochemie	45
XI Geophysikalische Untersuchung	54
XII Zur Metamorphose	55
XIII Zur Genese der Vorkommen von Flottorp	58
XIV Literaturverzeichnis	62

Abstract

The petrography, geology and briefly the geochemistry of the molybdenite deposits of Flottorp in the county of Vest Agder, Southern Norway, is described. The deposits are parts of a chain of small to medium sized molybdenite occurrences in the Precambrian gneis complex of Southern Norway. The ores are bound to a series of grey gneisses and amphibolites, which are intensely folded into red graphite-gneisses. The main ore paragenesis with molybdenite, chalcopyrite, pyrite and secondary pyrrhotite is strictly bound to the series of gray gneisses and amphibolites.

The structure of the Flottorp area is dominated by a series of mostly isoclinal synclines and anticlines with uniform 10° - 30° strike and gently plunging axes. Major dislocations are rare, extension fractures, however, are common and clearly visible in the field.

The metamorphosis of the Flottorp rocks took place under catazonal conditions close to anatexis.

The geological and petrographical facts point to a submarine synsedimentary origin of the deposits. The red granite-gneisses are interpreted as former arkoses, greywackes and sandstones; the grey gneisses as marls and clays; the amphibolites as volcanic layers within these. The sulphide ores precipitated under reducing submarine conditions.

I. Das Arbeitsgebiet

1. Geographische Lage

Das Arbeitsgebiet liegt in Südnorwegen^{ca.} 70 km nördlich der Stadt Mandal an der Südspitze Norwegens (Abb.1).

Es umfasst die seit Ende des vergangenen Jahrhunderts bekannten Molybdänvorkommen bei Flottorp, Vaardal, Verdal und Rebaasen¹. in den Landkreisen Audnedal und Hægebostad. Die hauptsächlichsten Vorkommen liegen auf der Markung der Orte nedre Flottorp und övre Flottorp. Die bekannte Molybdängrube von Knaben liegt ca. 30 km in nordwestlicher Richtung.

2. Morphologie

Das Relief des Arbeitsgebietes wird geprägt durch das Südwest-Nordost verlaufende Gydalen (ca. 250 m üb. NN) und die Höhenzüge Breidliheii (559 m) und Örnemyrfjell (578m) im Norden und den Höhenzug Kleveheii-Byremoheii (527 m) im Süden¹. Zwischen Breidliheii und Kleveheii ist das Gydalen schluchtartig eingeschnitten. Die übrigen Berghänge sind meist nur mäßig steil und gut begehbar. Das Gebiet ist für Fahrzeuge gut zugänglich durch die im Gydalen verlaufende Reichsstraße No 9. Eine gesandete Fahrstraße führt von Haaland nach övre Flottorp und weiter bis zur alten Grube. Dieses letzte Stück ist allerdings nicht mehr befahrbar. Zwei kurze Sandwege führen von nedre Flottorp nach Norden und Süden. Die Höhenzüge im Norden und Süden des Arbeitsgebietes können von den um sie herumführenden Landstraßen erreicht werden.

1. Lokalitätsangaben, welche das Arbeitsgebiet betreffen, finden sich auf Abbildung 2 sowie auf Anlage 2 (tektonische Karte).

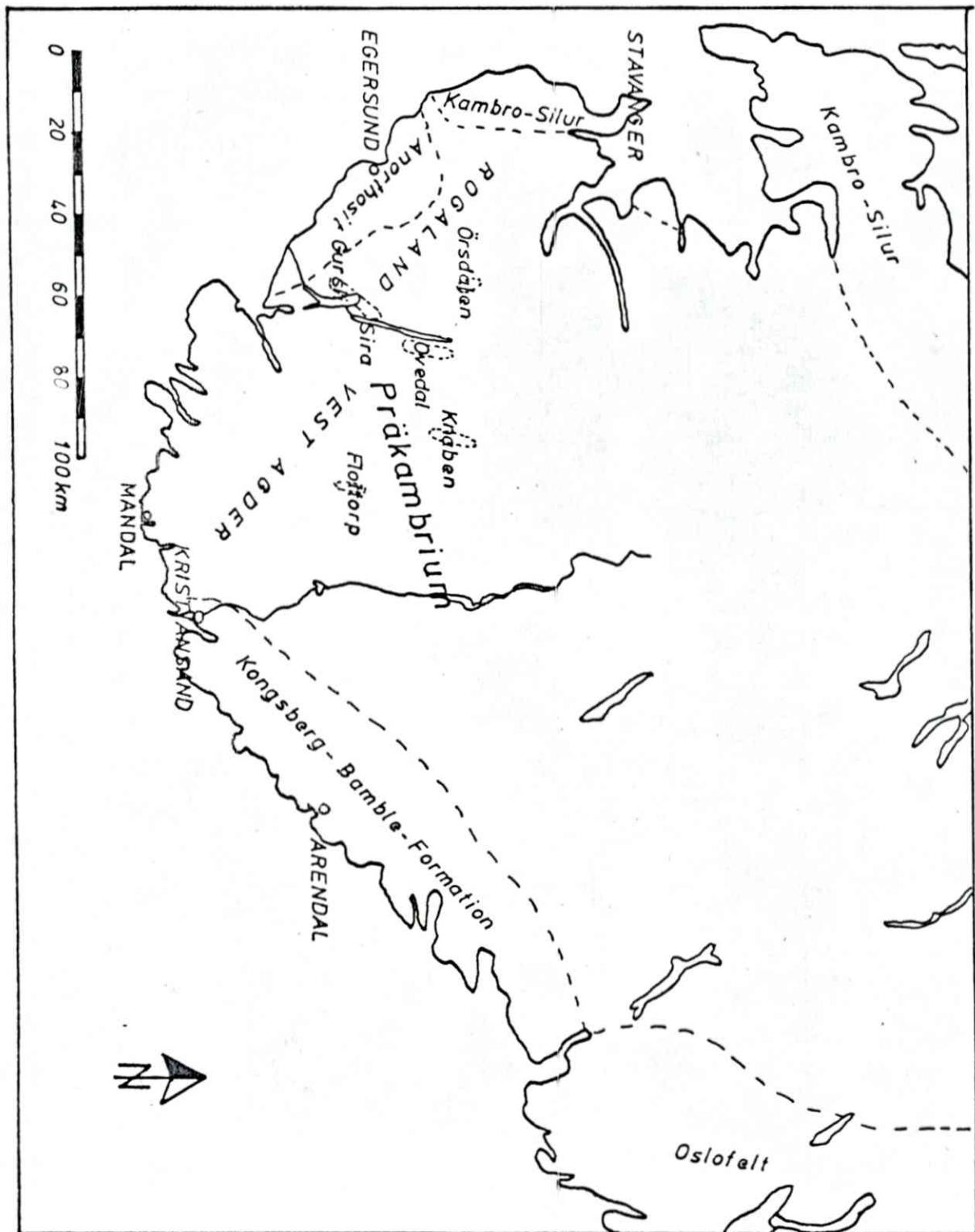


Abb. 1
Übersichtskarte Südnorwegens.
Die großen geologischen Einheiten und die wichtigsten
Molybdänvorkommen (darunter das Arbeitsgebiet
in Flottorp) sind eingezeichnet.

Abb. 2
Übersichtskarte des
Flottorpgebiets, Südnorwegen.

Verlauf der mineralisierten
Zonen

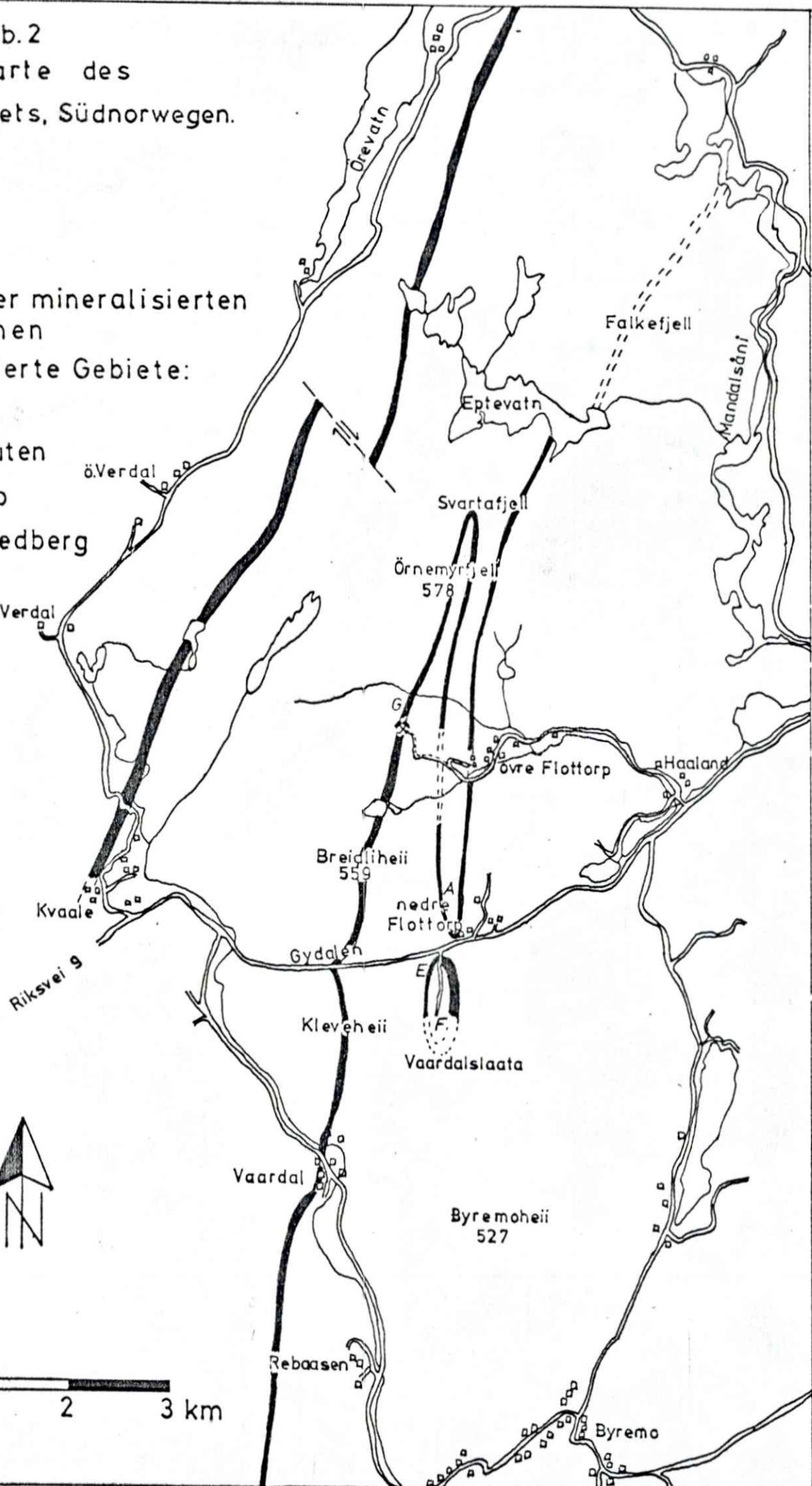
Detailkartierte Gebiete:

A = Aasen

E = Ekreknuten

F = Fenklop

G = Gultsmedberg



3. Überdeckung und Aufschlußverhältnisse

Im Gydalen liegt eine weitgehend geschlossene Überdeckung vor, teils durch Weideland, teils durch Bewaldung aus Fichten, Kiefern und Weichhölzern. Von dem schon erwähnten tiefen Einschnitt des Gydalens abgesehen, sind nur wenige natürliche Aufschlüsse vorhanden. Sie sind oft mit Moos und Flechten überzogen und stark angewittert. Daneben finden sich künstliche Aufschlüsse, welche durch Straßenbau und frühere Prospektionsarbeiten geschaffen wurden. In den höheren Lagen sind die Aufschlußverhältnisse verhältnismäßig gut. Die Baumgrenze liegt auf ca. 500 m über NN. Hier sind große Felsflächen vom Gletschereis glatt geschliffen worden, so daß sich kein Bewuchs darauf halten konnte. Die Verwitterung reicht ziemlich tief, so daß es speziell auf den glatten Felsflächen schwierig war, frisches Handstückmaterial zu bekommen. Doch sind auch hier innerhalb der erzführenden Zonen bis weit in die Berge hinauf Schürfgräben, Sprenglöcher und Stollen durch frühere Untersuchungen und Abbaue vorhanden.

Nur die Talauen des Gydalens werden landwirtschaftlich genutzt. In begrenztem Umfang wird entlang des Gydalens Holz geschlagen. Die nördlich und südlich des Gydalens gelegenen Höhenzüge sind mit Ausnahme des Ortes Övre Flottorp unbewohnt und werden wirtschaftlich nicht genutzt.

II. Aufgabenstellung

Im Auftrag der norwegischen Firma Folldalverk A/S, Oslo wurde in den letzten Jahren in größerem Umfang im westlichen Südnorwegen auf Scheelit und Molybdänglanz prospektiert. Dabei sollten auch die seit dem vergangenen Jahrhundert bekannten, nach dem ersten Weltkrieg wieder stillgelegten Molybdänvorkommen einer erneuten Bearbeitung unterzogen werden. Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, die Molybdänvorkommen des Flottorp-Gebietes zu untersuchen, ihre Genese zu klären und die hauptsächlichsten Lagerstättenbereiche detailliert zu kartieren. Gleichzeitig sollte die Frage geklärt werden, ob mit einer bauwürdigen Vererzung gerechnet werden kann.

III. Kartenmaterial

Die Vorkommen von Flottorp liegen auf der offiziellen norwegischen Karte 1:50000, Serie M-711 und zwar auf den Blättern 1411-1 Bjelland, 1411-4 Hægebostad, 1412-2 Aaseral und 1412-3 Fjotland. Außerdem sind für das gesamte Gebiet Luftbilder im Maßstab 1:15000 geflogen worden. Diese sind von Wideröe Fjellanger Wideröe A/S, Oslo unter den Seriennummern 3580 und 3978 erhältlich. Diese Luftbilder wurden für die regionale Kartierung verwendet. Sie waren jedoch für eine detaillierte Aufnahme der Lagerstättenbereiche zu groß. Hier fanden Karten im Maßstab 1:500 der Firma Placer Management Ltd (1965) Verwendung. Diese sind allerdings nur für wenige ausgesuchte Bereiche vorhanden. Es ist damit zu rechnen, daß in absehbarer Zeit die neuen Flurkarten im Maßstab 1:10000 oder 1:20000 zur Verfügung stehen.

IV. Arbeitsmethoden

a. Geländearbeit

Die regionale Kartierung erfolgte auf Luftbildern im Maßstab 1:15000, die Detaillkartierung auf Karten 1:500.

Die tektonischen Messungen wurden mit dem Freiberger Kompaß 59 mit 360°- Teilung vorgenommen, wobei Fallrichtung und Einfallen in einem Arbeitgang gemessen wurden.

Für die geochemischen Untersuchungen wurden vier Probenprofile von 15 - 25 m Länge in den Haupterzonen quer zum Streichen gelegt. (Anlagen 3 - 6). Im Abstand von 1 m wurden ca 1 kg schwere Proben genommen. Im Fenklop (Anl. 5) erfolgte die Probennahme wegen der flachen Lagerung der Schichten im Abstand von 2 - 3 m.

Die geophysikalischen Messungen nach dem IP-Verfahren wurden im Sommer 1972 vom Geophysiker der Folldalverk A/S durchgeführt. Dazu wurde entlang der Erzonen ein Gitternetz eingemessen. Die Basislinie verlief parallel zum Streichen (ca 15°) und war in övre Flottorp 2300 m, in nedre Flottorp 900 m lang. Im Abstand von 100 m wurden Querlinien gezogen, welche sich normalerweise 100 m nach beiden Seiten erstreckten. Auf der Basislinie und den Querlinien wurde im Abstand von 25 m gemessen.

b. Laborarbeit

Von über 200 Gesteins- und Erzproben wurden 65 Dünnschliffe und 37 Erzanschliffe angefertigt. Der quantitative Mineralbestand der Dünnschliffe wurde am Swift-Pointcounter mit jeweils 1000 Punkten festgestellt. Die Bestimmung des Anorthitgehaltes der Plagioklase erfolgte am Universaldreh-

tisch nach der Zonenmethode von RITTMANN (1929). Die Achsenwinkel der Amphibole und Pyroxene wurde am Universaldrehtisch nach der Methode von BURRI (1950) gemessen. Die Auswertung der tektonischen Meßdaten und die Zeichnung der Isolinien erfolgte mit einem Computerprogramm (ADLER et al. 1958).

Von dem im Backenbrecher zerkleinerten Gesteinsmaterial für die Geochemie wurden 50 g abgewogen und in einer Scheibenschwingmühle mit Widiaeinsatz 120 sec lang gemahlen. Dieses Material wurde am "Institutt for Atomenergi" in Kjeller bei Oslo auf Mo, Cu und Au analysiert. Molybdän und Kupfer wurden mit der Atomemissionsspektralanalyse, Gold mit der Neutronenaktivierungsanalyse bestimmt.

§V. Geologischer Überblick

Der Gneiskomplex Südnorwegens wird von den bisherigen Bearbeitern (BARTH 1945, BARTH & DONS 1960, TOBI 1965) als präekambrisches eingestuft. Im Westen wird dieser Gneiskomplex in scharfem Kontakt von dem ebenfalls präkambrischen Anorthositmassiv von Aana Sira - Egersund - Fleckebygda begrenzt. Im Nordosten schließt sich die Telemark-Formation, im Südosten die Kongsberg - Bamble-Formation an. Die bisher durchgeführten Bearbeitungen der regionalen Geologie Südnorwegens konzentrieren sich zum überwiegenden Teil auf das Anorthositmassiv und die angrenzenden hochmetamorphen Serien des Rogaland (MICHOT, P. 1957, MICHOT, J. 1961, TOBI 1965).
(Abb. 1)

~~KHÄXXKH~~. Für die Gesteine des Rogalands liegt eine radioaktive Altersbestimmung mit $1,4 \cdot 10^9$ Jahren vor (VERSTEEVE 1970). Der zentrale Teil des Gneiskomplexes, in welchem das Arbeitsgebiet liegt, wurde von den oben angeführten Autoren nicht näher behandelt. TOBI (1965) beschreibt die Gegend nördlich von bei Sira (Abb. 1) als Übergang von einer speziellen Granulitfazies (im Westen) zur Almandin-Amphibolitfazies (im Osten). Auch im Norden des Arbeitsgebiets nimmt der Metamorphosegrad zu, so daß der nördliche Teil des südnorwegischen Gneiskomplexes hauptsächlich aus Granitgneisen und palinogenen Graniten besteht (eigene Beobachtungen). Hier lagen offensichtlich weniger trockene Bedingungen während der metamorphen Überprägung vor, als im Westen.

VI. Die Geschichte des Bergbaus und Frühere Bearbeitungen.

In den Archiven des Bergamtes für das Vestland in Oslo finden sich zahlreiche nicht publizierte Berichte über die Vorkommen im Flottorp - Gebiet. Es sind dies Berichte von PUNTERVOLD (1917), BUGGE, REITER & SMITH (1919), TIDEMAND (1934), TIDEMAND (1936), KRAGH WEHN (1937), CARSTENS & BJÖRLYKKE (1942), LONERGAN (1965), GEIS (1967), OGORELEC (1967), GJELSVIK (1969). Darüber hinaus wurde vom Bergamt 1961 ein ebenfalls nicht publizierter Bericht über alle Molybdänvorkommen Südnorwegens angefertigt. Für die Möglichkeit in diese Berichte Einsicht nehmen zu können, bin ich dem Bergamt zu Dank verpflichtet.

Die Molybdänvorkommen des Flottorp - Gebietes sind etwa seit Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt. Im Jahre 1905 wurden die ersten Schürfe auf Molybdänglanz angemeldet. Ab 1911 wurde an verschiedenen Stellen des Flottorp-Vaardal - Gebietes ein begrenzter Abbau durchgeführt.

Aus dieser Zeit stammen eine Anzahl von Stollen, Schächten und Schürfgräben sowie eine Aufbereitungsanlage in Övre Flottorp. Einer kurzen Blüte während des ersten Weltkrieges folgte 1919 die Einstellung des Abbaus auf Grund der stark gefallenen Preise für Molybdän. Insgesamt wurden in dieser Zeit 78456 t Roherz mit durchschnittlich 0,16 % MoS₂ gefördert und daraus etwa 37 t Konzentrat mit 70 % MoS₂ gewonnen. Dieses Konzentrat enthielt jedoch so hohe Beimengungen von anderen Erzmineralien, daß es zum Teil vom Abnehmer in England zurückgewiesen wurde. Auch war die Ausbringungsrate der Aufbereitung offensichtlich recht niedrig, da die Sande des Schlammtisches noch sichtbare Gehalte an Molybdänglanz enthalten.

In den Jahren 1940 - 42 wurden von den Raffinieringsverken A/S im Gebiet von nedre Flottorp und övre Flottorp Kernbohrungen durchgeführt, welche im Werkslabor in Evje und zur Kontrolle auch im Chemischen Labor Heidenreich in Oslo quantitativ auf MoS₂ analysiert wurden. Es ergab sich ein Durchschnittsgehalt der vererzten Partien von 0,238 % MoS₂ (Evje) bzw. 0,258 % MoS₂ (Oslo), wobei besonders die Proben unter 0,2 % sehr große Unterschiede aufwiesen. (0,07 % MoS₂ (Evje) gegenüber 0,13 % MoS₂ (Oslo)).

1965 führte die kanadische Gesellschaft Placer Management Ltd. ein umfangreiches geochemisches Programm in Flottorp durch, dessen Ergebnisse allerdings nicht gerade zuversichtlich stimmten. Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß dabei zum Teil auch die außerhalb der Erzzonen liegenden, unvererzten roten Granitgneise beprobt wurden.

Ergebnisse:

övre Flottorp		nedre Flottorp		
Guldsmedberg	Aasen	Ekreknuten	Fenklop	
% MoS ₂	0,037	0,095	0,078	0,075

In den Jahren 1966/67 untersuchte Christiania Spigerverk, Oslo die Vorkommen im Flottorp-Gebiet. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die alte Grube in övre Flottorp sowie den Aasen in nedre Flottorp.

Ergebnisse:

övre Flottorp			nedre Flottorp		
Guldsmedberg	alte Grube	Aasen	Profil, 15m	31 Schußproben	
% MoS ₂	% MoS ₂	% Cu	% MoS ₂	% MoS ₂	% Cu
0,035	0,105	0,10	0,49	0,56	0,11

BUGGE (1963) beschreibt die Vorkommen des Flottorp-Gebietes. Seine Angaben basieren im Wesentlichen auf den Untersuchungen der Jahre 1940 - 42. Er bezeichnet die Erzonen als Fahlbänder und erklärt die Vererzung als selektiv metasomatische Verdrängungen.

ZEPERNICK (1968) erstellte eine petrographische und tektonische Bearbeitung des nördlichen Teils des Flottorp-Gebietes, welche eine Kartierung im Maßstab 1 : 12500 beinhaltet. Nach dieser Arbeit werden im Flottorp-Gebiet generell zwei Gesteinsserien unterschieden: die Serie der Roten Gneise und die Serie der Grauen Gneise. Die Grauen Gneise teilt ZEPERNICK (1968) in Schlierigen Gneis und Gemischten Biotitbändergneis. Letzterer schließt auch Amphibolite ein.

Die Roten Gneise variieren in ihrer Ausbildung von Feinkörnigem Granitgneis bis zum Augengneis, wobei die Feldspäte stets zum überwiegenden Teil rosa gefärbt sind. Daneben treten untergeordnet helle Ganggesteine auf.

Die tektonische Karte zeigt einen großangelegten Sattel-Mulden Bau mit ca 10° - 30° streichenden und etwa horizontal liegenden Achsen. Eine Reihe von Ost-West verlaufenden Störungen zerlegt das Gebiet in mehrere Blöcke. Die Gesteine wurden nach ZEPERNICK (1968) ultrametamorph überprägt.

Er beschreibt nimmt als Ausgangsmaterial für die Roten Gneise Grauwacken, Arkosen und Sandsteine, für die Grauen Gneise Mergel und Tone und für die Amphibolite Vulkanite an. Die Vererzung mit Sulphiden ist nach ZEPERNICK (1968) ausschließlich an die Grauen Gneise und Amphibolite gebunden. Daher nimmt er eine syngenetische Bildung der Erzvorkommen nach Art des Kupferschiefers an.

VII Zur Geologie und Tektonik des Flottorp-Gebietes

Die von ZEPERNICK (1968) erstellte Karte wies einige Ungenauigkeiten auf. Deshalb wurde speziell der Verlauf der grauen Gneise und Amphibolite in den Sommern 1972/73 neu aufgenommen. Nur diese Gesteine lassen nämlich den tektonischen Bau des Flottorp-Gebietes deutlich werden. Im Flottorp-Gebiet finden sich insgesamt vier erzführende graue Gneiszonen: die Kvaale-Verdalzone und die drei Flottorpzonen. (s. Abb. 2). Daneben treten noch weitere kaum vererzte graue Gneise auf. Von diesen besitzt nur einer östlich von nedre Flottorp eine mit den vererzten Zonen vergleichbare Mächtigkeit, die anderen sind meist unter 1 m mächtig. Die drei Flottorpzonen sind ein und das selbe Schichtpaket und bilden einen Sattel-Muldenkomplex mit flachliegenden, ca 10° - 30° streichenden Achsen. (s. Abb. 2 und Anlage 1). Die Achsen selbst sind leicht gefaltet, so daß sich ihr Einfallen um $\pm 30^{\circ}$ zur Horizontalen ändern kann. Das Umbiegen des Sattels findet sich auf der Höhe des Svartafjells (Abb. 2). Die Sattelachse fällt flach nach Norden ein. Das Umbiegen der Mulde ist am Südende des Aasen im Gydalen zu beobachten und ist auch am gegenüberliegenden Talhang am Ekreknuten erkennbar. (Abb. 2). Auch hier fällt die Taltenachse flach nach Norden ein. Es wird angenommen, daß die Muldenachse endgültig südlich des Fenklop ausstreckt, wo sie durch das Moor der Vaardalslaata überdeckt ist (Abb. 2). Die westliche Flanke dieses Sattel-Muldenkomplexes läßt sich über das Gydalen hinweg noch mehrere Kilometer nach Süden verfolgen, wo sich bei Vaardal und Rebaasen noch einmal Konzentrationen von Molybdänglanz finden. Die Kvaale-

Verdalzone lässt sich nicht über die Reichstraße 9 hinweg nach Süden verfolgen. Daher ist es nicht sicher, ob sie mit der Westflanke des Flottorpkomplexes zusammenhängt. Angesichts der großräumigen Faltung in diesem Gebiet erscheint es jedoch wahrscheinlich.

Die zwischen den einzelnen grauen Gneiszonen liegenden roten Granitgneise lassen diesen Faltenbau nicht erkennen. Ihr "s" ist, soweit überhaupt erkannbar, strikt Nord-Süd gerichtet.

Die grauen Gneisserien sind in sich mit ebenfalls 10° - 30° streichenden Achsen verfaltet. Dies lässt sich jedoch nur in denjenigen Gebieten erkennen, in denen ~~HK~~ zwischen geschaltete Amphibolite diese Faltung deutlich nachzeichnen.

Das ist im Flottorp-Gebiet nur in der Kvaale-Verdalzone und im südlichen Teil des Aasen der Fall (s. Anlage 1). In den übrigen Gebieten fehlen die Amphibolite entweder vollkommen oder sie sind nur gering mächtig und halten nur über kurze Strecken aus. Diese Verfaltung der grauen Gneise sollte ~~HK~~ durch eine detaillierte Kartierung der Hauptlagerstättengebiete im Maßstab 1:500 und eine Neuaufnahme der Kvaale-Verdalzone im Maßstab 1:15000 geklärt werden.

Eine starke Bruchtektonik kennzeichnet das Flottorp-Gebiet. Um dieses zu verdeutlichen, wurde für das Gebiet von Övre Flottorp eine Photolineamentkarte gezeichnet. Das Gebiet von Övre Flottorp war dafür am besten geeignet, da es sehr gut aufgeschlossen ist. (Abb. 3). Die beiden in der Richtungsrose dominierenden Richtungen entsprechen einer ac- bzw. bc-Klüftung. Die ac-Richtung (110° - 120°) wird durch reine Dehnungsbrüche gebildet, Verwerfungen wurden nie beobachtet. Die Klüfte in bc-Richtung (30° - 40°) sind sowohl im

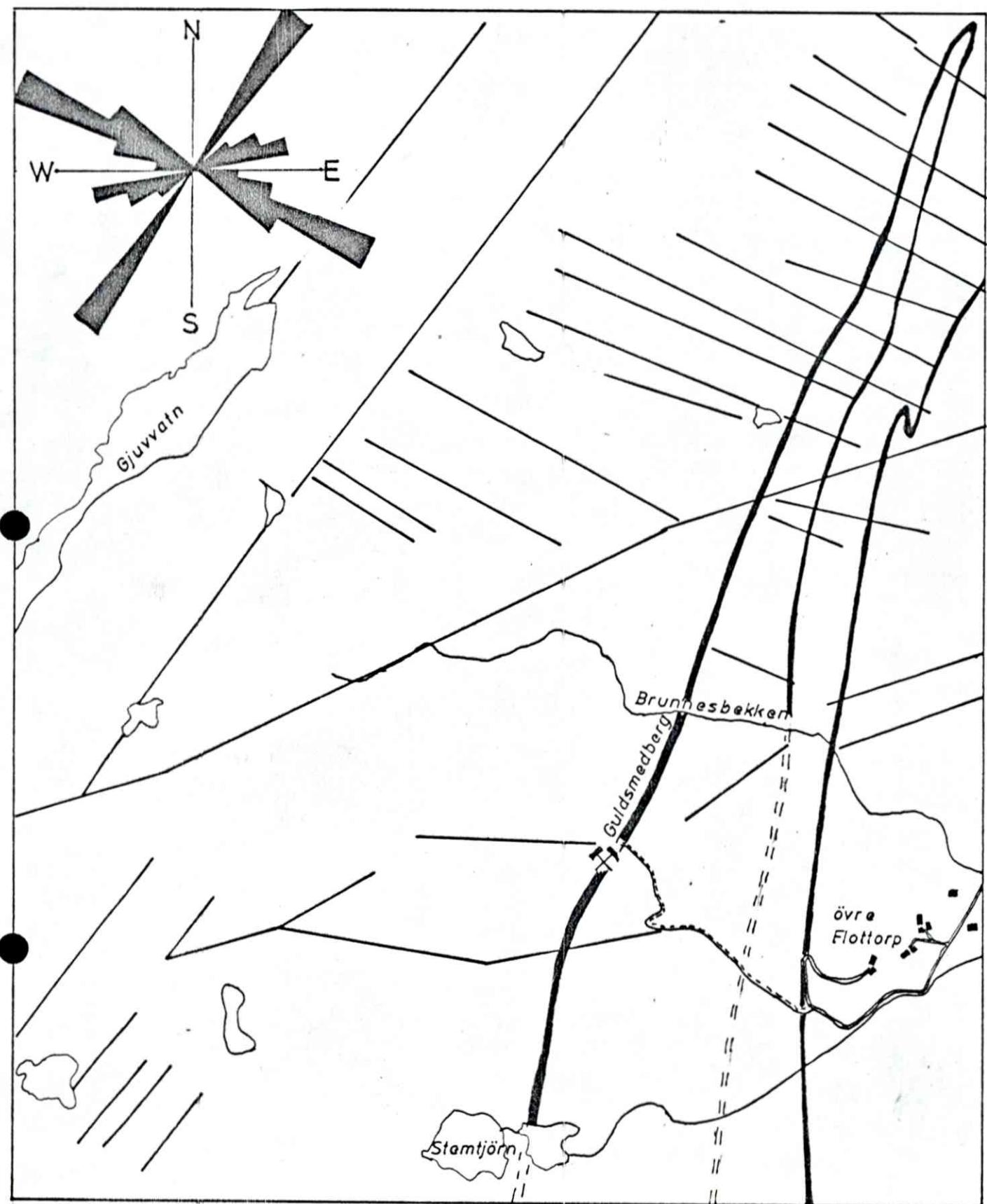


Abb.3

Photolineamentkarte des Gebietes von övre Flottorp.

— = Verlauf der mineralisierten Zone.

Gelände als auch im Luftbild sehr deutlich und über lange Strecken zu verfolgen. Da diese Klüfte parallel zum Streichen verlaufen, konnten eventuelle Verwerfungen an ihnen nicht beobachtet werden. Das kleine Maximum der Richtungsrose bei 70° - 80° repräsentiert eine großtektonische Richtung. In dieser Richtung verlaufen mehrere Täler in der näheren und weiteren Umgebung des Arbeitsgebiets. An dieser Richtung wurden an verschiedenen Stellen kleinere Versetzungen festgestellt. Diese überschreiten jedoch selten einen Betrag von 10m. Die einzige Störung mit einem größeren Versetzungsbetrag (ca 500 m) versetzt die grauen Gneise der Kvaale-Verdal-zone westlich des Eptevatn in NW-SE Richtung. (s. Abb 2 sowie Anl. 1 + 2). Diese Störung ist im Gegensatz zu den reinen Brüchen im Gelände und Luftbild wenig markant.

VIII Zur Geologie des Lagerstättengebietes.

1. Aasen (Anl. 3)

Das Gebiet des Aasen in nedre Flottorp ist durch frühere Prospektionsarbeiten gut aufgeschlossen. Die vererzte Zone der grauen Gneise formt eine steilstehende Mulde mit steil nach Westen einfallender, überkippter westlicher Flanke.

Die östliche Flanke fällt etwas flacher nach Westen ein. Die westliche Flanke ist nur ca 2-5 m mächtig, kaum verfaltet und nur an einigen Stellen sichtbar vererzt. Die Vererzung der Muldensohle und der östlichen Flanke ist deutlich sichtbar. Die östliche Flanke ist stark jalousieartig verfaltet und täuscht so eine größere Mächtigkeit vor.

Die Faltenachsen dieser Kleinfalten entsprechen mit flachem nördlichen Einfallen der Muldenachse.

Im Liegenden der grauen Gneise findet sich ein Amphibolit, der in seiner Mächtigkeit stark wechselt. Während er an den Flanken maximal 1 m Mächtigkeit erreicht, wird er im Bereich der Muldenschle bis zu 4 m mächtig. Dies ist durch eine teilweise Mobilisation der Amphibolite bei der Faltung zu erklären: die Amphibolite in den Flanken wurden ausgepresst und konzentrierten sich im den Scheiteln der Fältten. Die westliche Flanke lässt sich nach Norden über längere Strecken verfolgen, behält aber ihre geringe Mächtigkeit bei. Die östliche Flanke verschwindet nördlich des Aasengipfels unter der Überdeckung. Ca 500 - 700 m nördlich davon ist sie jedoch stellenweise wieder aufgeschlossen. Hier finden sich besonders im Bereich des Flogbrotheii (Anl.2) reich mit Molybdänglanz und Kupferkies vererzte Partien.

2. Ekreknuten, Fenklop (Anl. 4+5).

Das Gebiet Ekreknuten-Fenklop liegt in nedre Flottorp am südlichen Talhang des Gydalens (Abb.2). Es bildet die südliche Fortsetzung der Aasenmulde und liegt dieser leicht versetzt gegenüber. Der Talhang des Gydalens ist schlecht aufgeschlossen. Am Ekreknuten und im Fenklop gibt es jedoch zahlreiche künstliche Aufschlüsse. Die Schichten bilden am Ekreknuten eine flache Mulde mit flach nach Norden einfallender Achse. Der unter den grauen Gneisen anstehende Amphibolit ist nur an wenigen Stellen aufgeschlossen. Er dürfte dem Amphibolit der Aasenmulde entsprechen.

Im Fenklop sind im Bereich der Schürfgruben und Sprenglöcher flachliegende Schichten der grauen Gneise aufgeschlossen. Diese stellen die obersten vererzten Schichten der grauen Gneise dar. In diese eingeschaltet liegt eine 30 cm mächtige Quarzlage mit reicher Molybdänglanzführung (3,6 % Mo₃).

Die im Fenklop aufgeschlossenen Schichten bilden die leicht aufgewölbte Sohle der Mulde. Die Flanken der Mulde sind westlich und östlich des Fenklop aufgeschlossen. Südlich des großen Hochmoors der Vaardalslaata (Abb. 2) wurden keine grauen Gneise und keine Vererzung mit MoS_2 mehr gefunden. Daher wird angenommen, daß sich die Mulde endgültig im Bereich der Vaardalslaata schließt.

Nordöstlich des Fenklop wurde in der östlichen Flanke der Mulde eine ca 10 m lange und 2 m mächtige Linse eines sehr dunklen Gesteins gefunden, welches reichlich Granat und Pyroxen führt. Die Entstehung dieses im Flottorp-Gebiet einmaligen Gesteins konnte bis jetzt nicht geklärt werden.

3. Guldsmedberg (Anl. 6).

Das Gebiet des Guldsmedberg (Abb. 243) liegt nördlich der alten Grube von Övre Flottorp und erstreckt sich von deren Eingang ca 350 m nach Norden. Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Gebieten, welche zum mittleren und östlichen Teil der großen S-förmigen Falte gehören, ist der Guldsmedberg ein Teil der westlichen Flanke. Die Schichten fallen steil nach Osten oder Westen ein. Die Serie der grauen Gneise ist im Guldsmedberg isoklinal in sich verfaltet, so daß de facto eine Mächtigkeit der grauen Gneise von 36 - 40 m vorhanden ist. Einzelne Lagen der roten Gneise sind zwischen geschaltet. Die Achsen der Isoklinalfalten streichen schichtparallel und liegen etwa horizontal. Nördlich des Guldsmedberg streichen einige der Achsen aus, so daß die Mächtigkeit der grauen Gneise abrupt abnimmt. Hier finden sich nur noch einige, wenige Meter mächtige Bänder auf einer Breite von ca 10 - 15 m. Die in nedre Flottorp so häufigen und den Faltenbau verdeutlichenden Amphibolite fehlen am

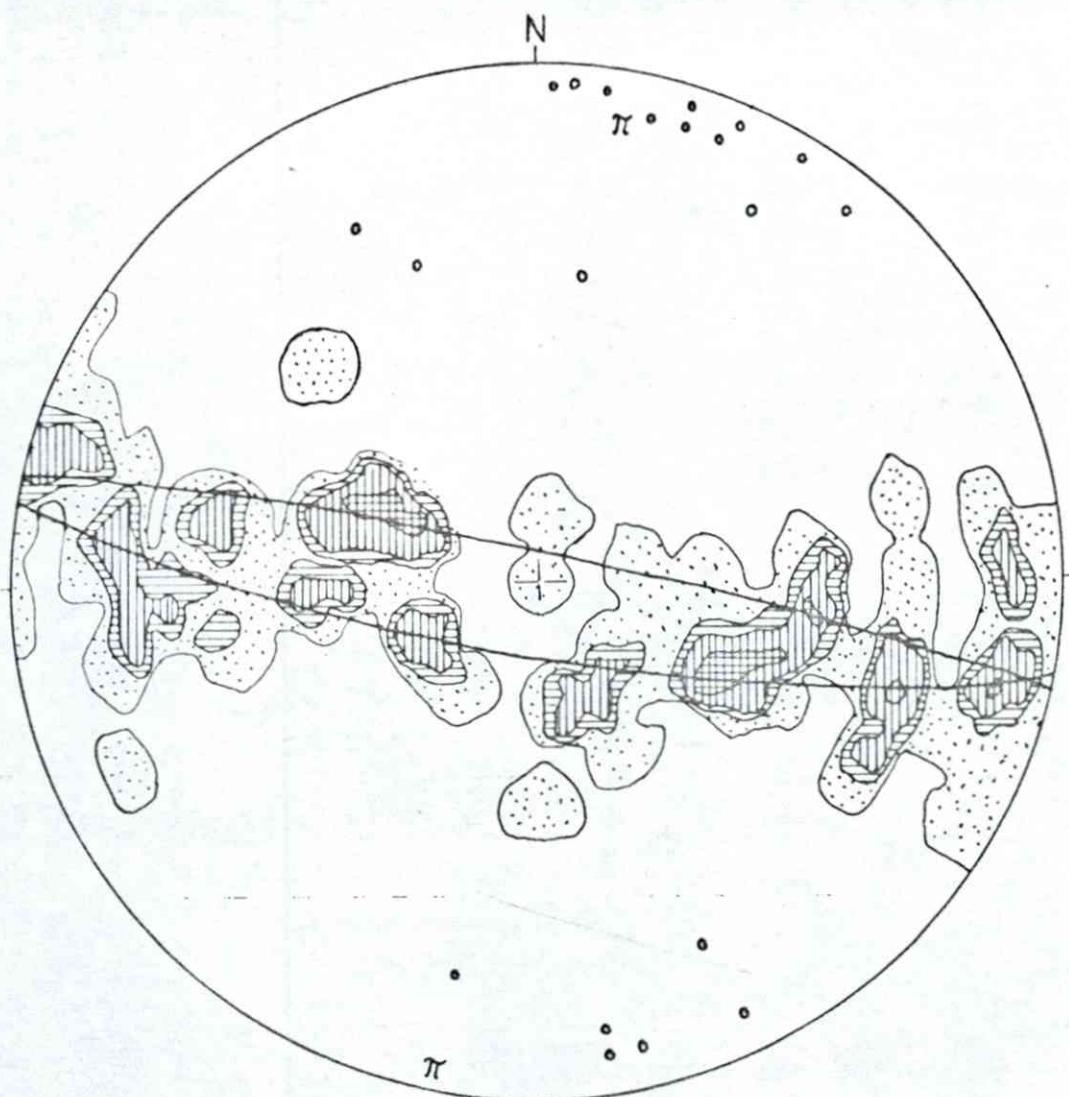
Guldsmedberg fast völlig. Dadurch ist es außerordentlich schwierig den Faltenbau eindeutig zu klären. BUGGE (1963) und ZEPERNICK (1968) versuchten aus den Profilen von sechs fächerförmig im Bereich der alten Grube niedergebrachten Bohrungen den Faltenbau im Bereich der alten Grube zu klären und konstruierten eine S-förmige Faltung mit schichtparallelen horizontalen Achsen.

Die Vererzung nimmt im Guldsmedberg nach Norden hin schnell ab. Nördlich des Guldsmedberg ist auf Grund der geringen Mächtigkeit der grauen Gneise mit einer bauwürdigen Vererzung nicht mehr zu rechnen. Das nach Süden anschließende Gebiet in welchem die alte Grube liegt, zeigt teilweise recht deutliche Vererzung ($0,12\% \text{MoS}_2$ und $0,1\% \text{Cu}$ über 20 m Mächtigkeit, vgl. S. 49). Die schlechten Aufschlußverhältnisse und die fehlende Kartengrundlage ließen jedoch eine Detailkartierung dieses Gebiets nicht zu.

4. Zur Tektonik des Lagerstättengebietes

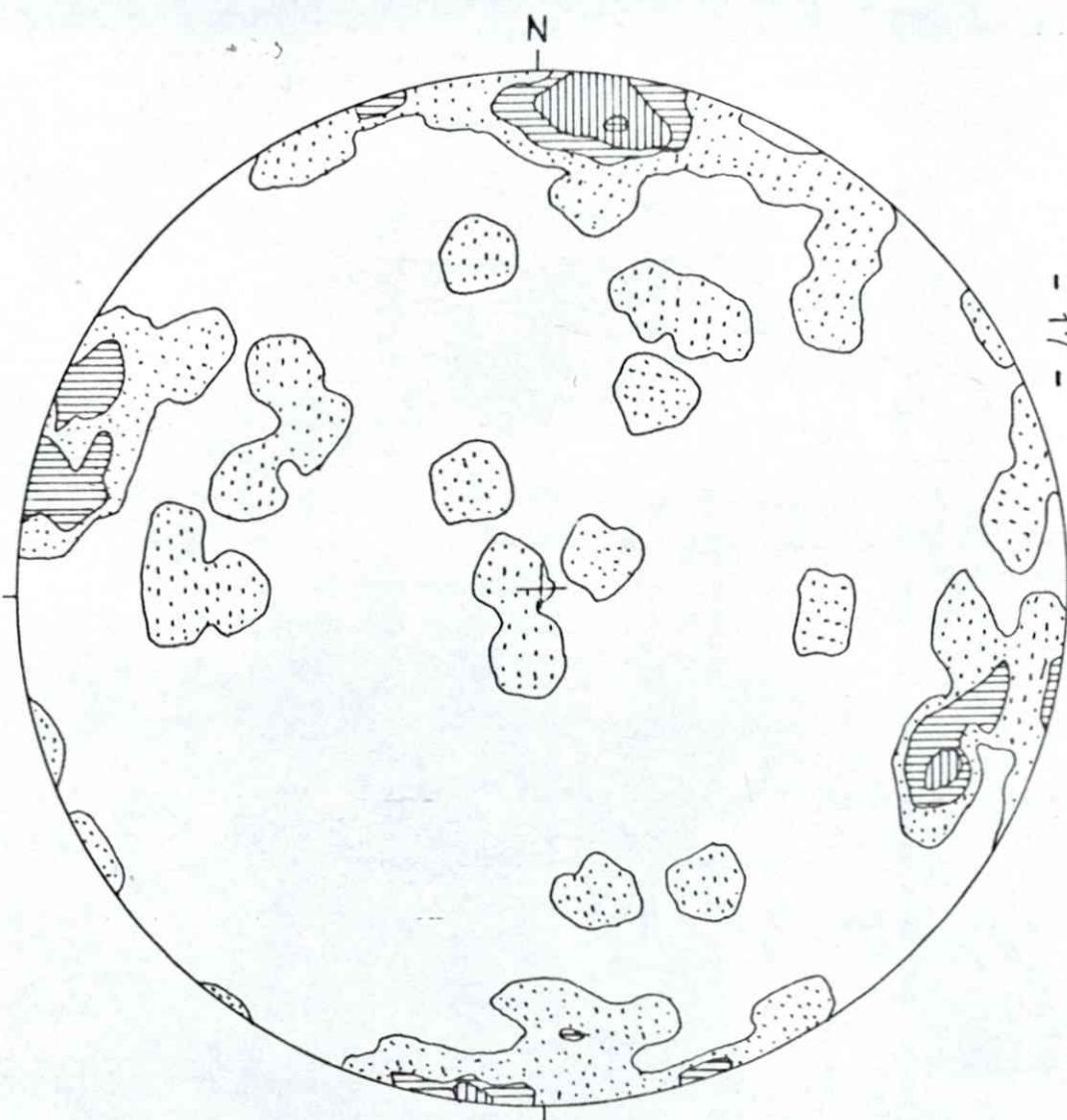
Die gemessenen "s"-Flächen und Faltenachsen stammen nahezu ausschließlich aus der Serie der grauen Gneise. In der Serie der roten ~~Kalkstein~~ Granitgneise sind "s"-Flächen nur schwer und B-Achsen überhaupt nicht messbar. Zudem stimmen die "s"-Flächen der roten Granitgneise speziell im Bereich der Falten nicht mit denen der grauen Gneise überein.

Die "s"-Flächenpoldiagramme des Aasen (Abb. 4a) und des Ekreknuten-Fenklop (Abb. 5a) zeigen deutlich den Muldenbau in diesem Gebiet. Während im Aasen die gesamte Mulde mit-
sammt beiden steilstehenden Flanken erfasst werden konnte,
ist im Bereich des Ekreknuten-Fenklop nur der flachliegen-
de mittlere Teil der Mulde aufgeschlossen. Die gemessenen
B-Achsen sind zum überwiegenden Teil Kleinfaltenachsen.
Daher weichen sie etwas von den ermittelten pi-Polen ab.



147 s-Flächen, 20 B-Achsen
1 - 3 - 5 - 10 %

Abb. 4a



160 Kluftflächen
1 - 5 - 10 - 15 %

Abb. 4b

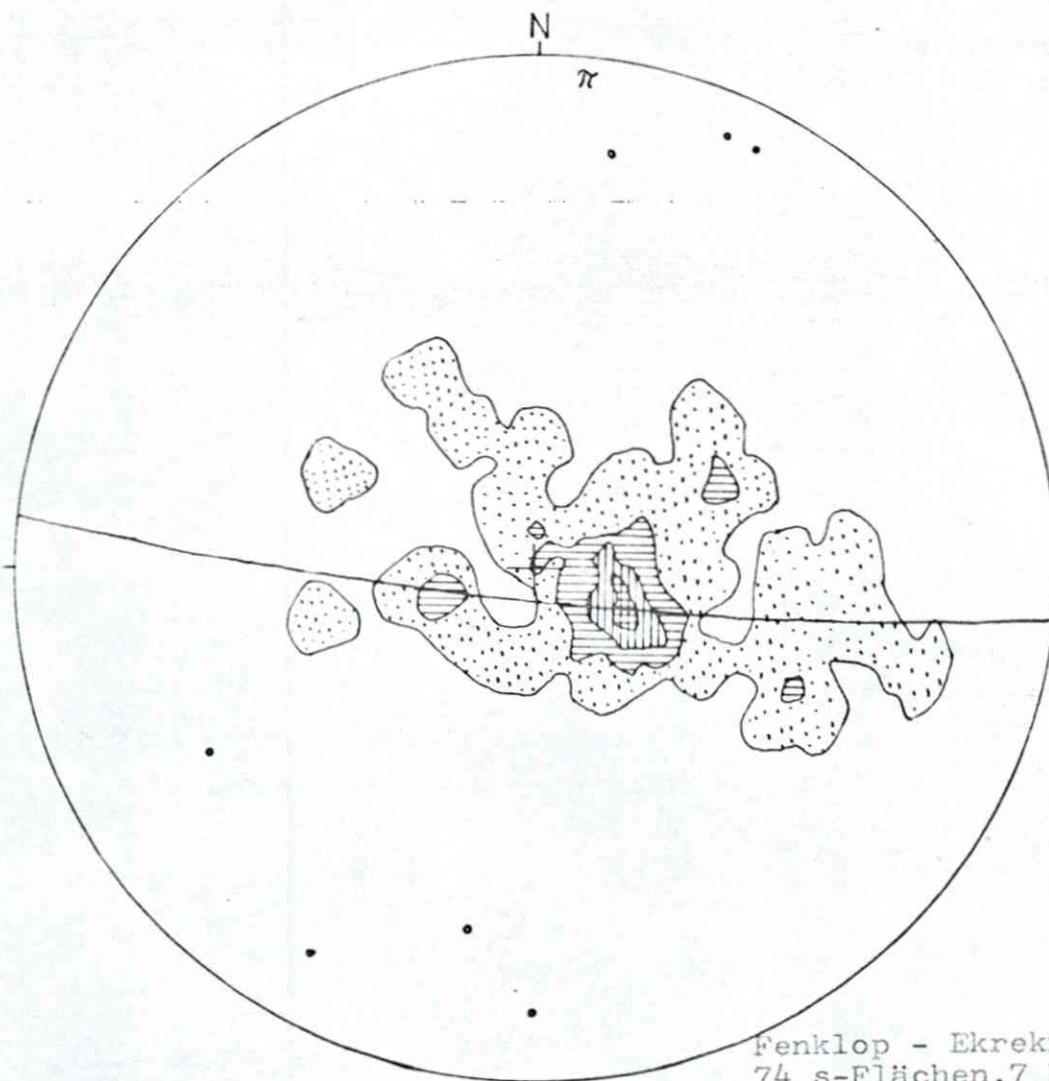


Abb. 5a

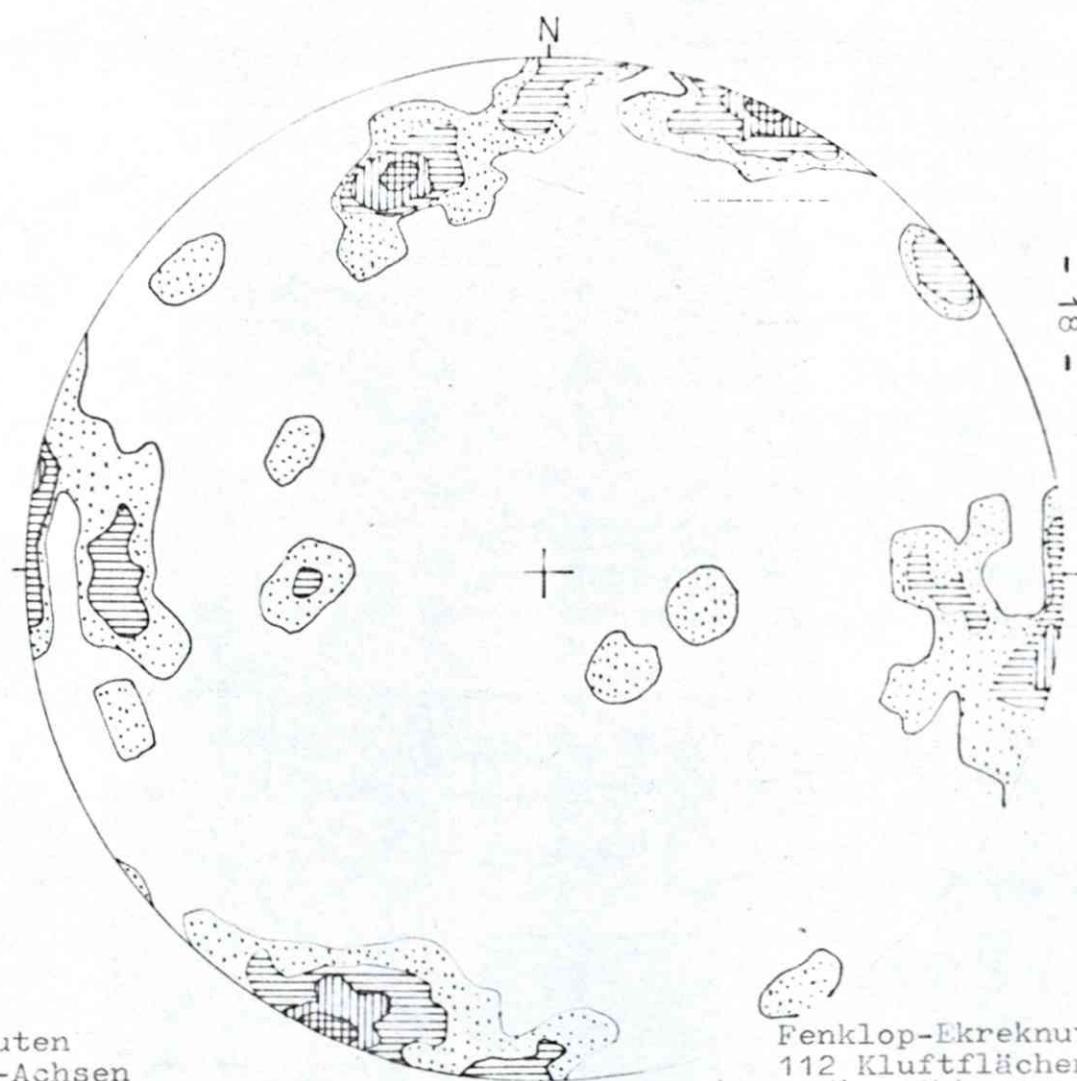


Abb. 5b

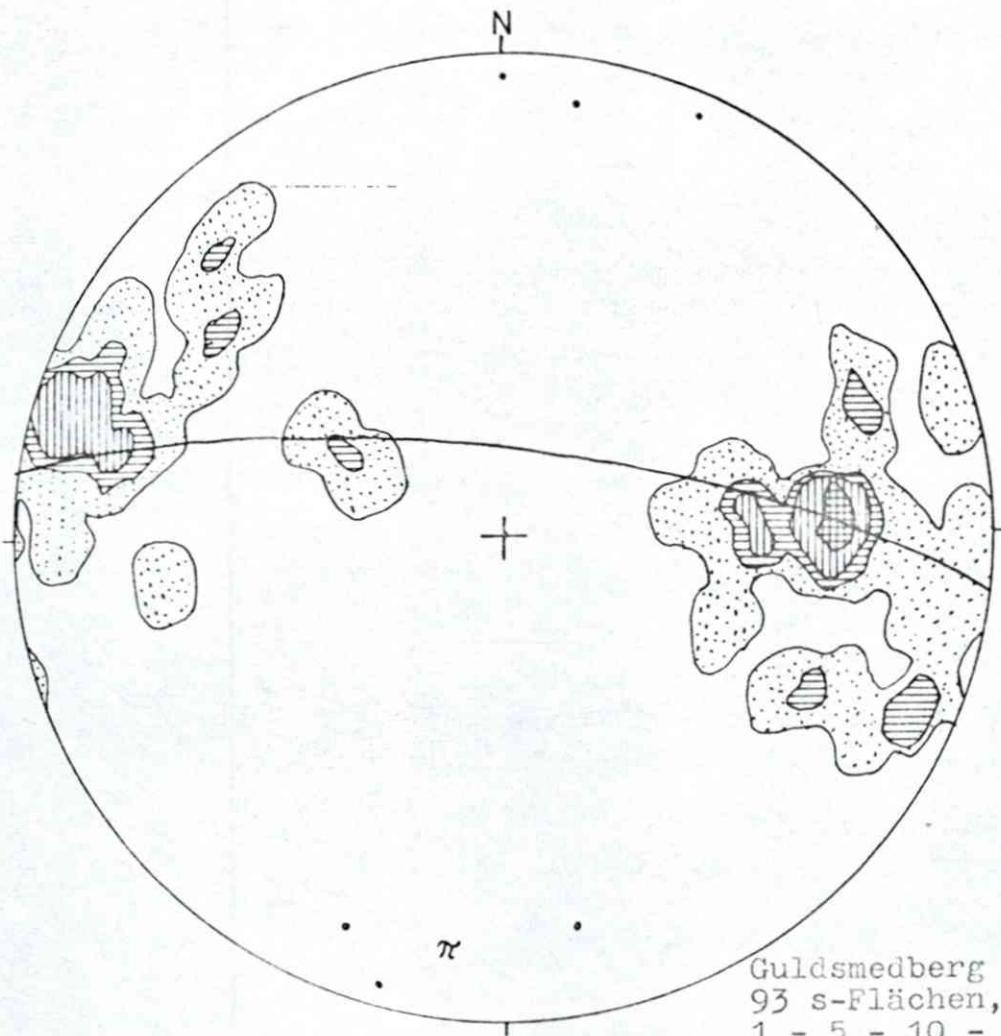


Abb. 6a

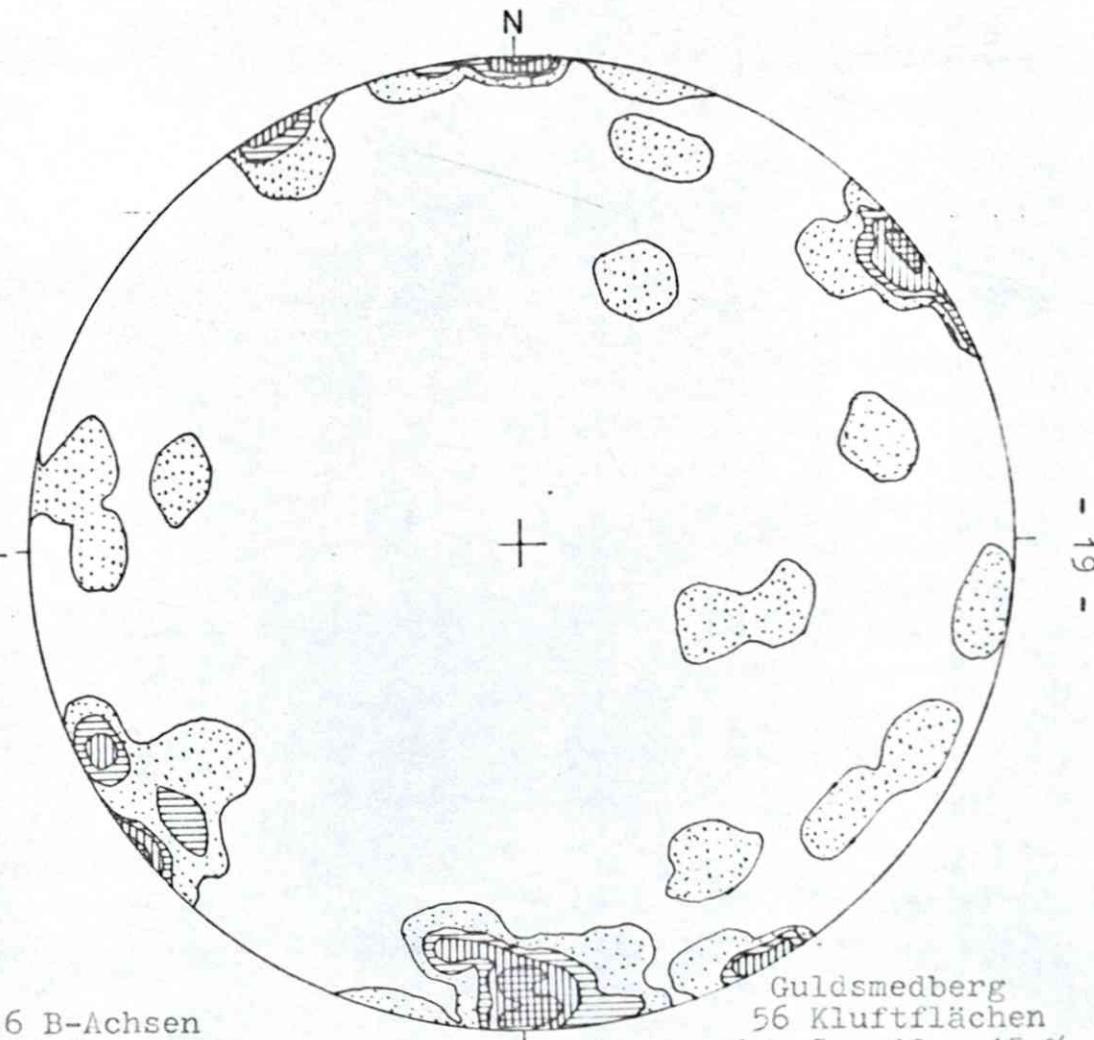


Abb. 6b

Die grobe Richtung und das flache Einfallen haben sie jedoch mit den Achsen der Großfalten gemeinsam. Die Streuung der B-Achsen und die Auslängung der "s"-Flächenmaxima in b-Richtung weisen auf eine spätere wellenförmige Faltung ~~der~~ senkrecht zu b hin. Dies konnte auch im Gelände am Auf- und Abtauchen der Großfaltenachse beobachtet werden.

Das Flächenpoldiagramm der Klüfte des Aasen (Abb.4b) und ~~EKREKNUTEN-FENKLÖPEN~~ (Abb.4c) weist zwei Hauptmaxima und mehrere Nebenmaxima auf. Nimmt man für die a- und b-Achse eine ± horizontale Raumlage an, was angesichts der flachliegenden Faltenachsen und der symmetrischen Anordnung der "s"-Flächenmaxima zulässig erscheint, so entsprechen die Kluftflächenmaxima bei 10/80 bzw. 190/90 ac-Klüften, die Maxima bei 115/75 bzw. 280/80 bc-Klüften. Die Nebenmaxima lassen sich den Scherklüften zuordnen. Die Maxima bei 100/55 bzw. 270/45 entsprechen h01-Flächen, die Maxima bei 30/50 und 160/60 (?) Okl- und die Maxima bei 60/90 und 150/90 hk0-Flächen. (ADLER e.a. 1965).

Das Kluftflächenpoldiagramm des Ekreknuten-Fenklop ~~zeigt~~ (Abb.5b) zeigt nur Quer- (ac) und Längsklüfte (bc) deutlich. Die Nebenmaxima lassen sich nicht eindeutig zuordnen. Das "s"-Flächenpoldiagramm des Guldsmedberg (Abb.6a) zeigt steilstehende Schichten mit zwei ausgeprägten Maxima bei 90/60 und 105/80. Die Auslängung der "s"-Flächenmaxima und die Streuung der B-Achsen infolge späterer Querfaltung ist auch in diesem Diagramm zu erkennen. Das Kluftflächenpoldiagramm ~~zeigt~~ (Abb.6b) zeigt gut ausgeprägte Maxima der ac- und hk0-Klüfte. Die bc-, h01- und Okl-Klüfte sind weniger gut ausgeprägt.

IX
Petrographie

1. Die grauen Gneise

a. Makroskopische Beschreibung

In frischen Handstücken, z.B. aus Sprenglöchern jüngerem Datums, sind die grauen Gneise hellgrau bis mittelgrau. Unter dem Einfluß der Verwitterung nehmen sie jedoch sehr schnell eine gelbliche Tönung an. Diese Verfärbung zeigen bereits Proben aus den Sprenglöchern von 1965-67.

In den grauen Gneisen sind die Mafite, im Wesentlichen Biotit, meist lagen- oder schlierenförmig angeordnet. Daneben sind jedoch auch feinkörnige mafische Minerale gleichmäßig im Gestein verteilt. Die hellen Partien in den grauen Gneisen bestehen hauptsächlich aus Quarz und Feldspat. Letzterer ist zum überwiegenden Teil weiß bis hellgrau gefärbt. Nur in wenigen Handstücken konnten einzelne größere blaßrosa gefärbte Feldspatblasten beobachtet werden. Schon makroskopisch läßt sich eindeutig feststellen, daß die Erzminerale in den biotitreichen Partien der grauen Gneise angereichert sind. Die Korngröße ändert sich im Handstückbereich sehr stark von feinkörnig bis fast pegmatitisch.

Im Gefüge unterscheiden sich die grauen Gneise wesentlich von den später beschriebenen roten Granitgneisen.

Die grauen Gneise weisen stets ein meist recht gut ausgeprägtes "s" auf. Falten und Kleinfältelung sind erkennbar und meist auch einmeßbar. An einigen Stellen geht die Kleinfältelung in eine Fließfaltung über (Abb 7).



Abb. 7

Fließfaltung der grauen Gneise, Aasen, nedre Flottorp.



Abb. 8

Plagioklaskorn, welches im Kern bevorzugt saussuritiert wird. (gefüllter Feldspat). Vergr. 80 X, N+.

b. Mikroskopische Untersuchung (Durchlicht).

Quarz ist in den grauen Gneisen immer reichlich enthalten.

Die Quarzgehalte schwanken von 16 % - 75 % mit einem Mittelwert bei etwa 40 %. Größtenteils liegt Quarz in großen (bis 1 cm) fleckig bis undulös auslöschenden, lappig begrenzten Körnern vor. Einschlüsse ⁵⁸ KM von Erz, Biotit oder Feldspatkörnern in den größeren Quarzkörnern sind nicht selten. Daneben tritt Quarz auch in kleineren, mehr oder weniger rundlichen Körnern und Tröpfchen auf.

Kalifeldspat (0 - 22 %, Mittelwert ca. 20 %) zeigt stets eine mehr oder weniger ausgeprägte Mikroklingitterung und ist in den meisten Fällen gut erhalten. Recht häufig sind Perthitentmischungen in den verschiedensten Ausbildungen. Es finden sich Faden-, Ader- und Fleckenperthite und gelegentlich auch Cleavelandite.

Die Plagioklase sind weit stärker korrodiert als die Kalifeldspäte und zeigen besonders in den Kernen eine vollständige Saussuritisierung. (Abb. 8). Der Anorthitgehalt der Plagioklase in den grauen Gneisen liegt zwischen An 20 und An 25. In den Schliffen aus dem Gebiet von nedre Flottorp überwiegt in etwa 80 % der Schiffe Plagioklas (6 - 60 %, MW ca 30 %), während in den Schliffen aus övre Flottorp Kalifeldspat vorherrscht. (Plagioklasgehalt 13% - 37 %, MW ca 25 %). Die Plagioklase sind fast immer nach dem Albitgesetz, häufig jedoch auch außerdem nach dem Periklin gesetz verzwillingt. Gelegentlich wurden Antiperthite beobachtet.

Biotit liegt in meist idiomorpher bis hypidiomorpher Form in Mengen bis zu 11 % vor. Seine Einregelung ist sehr gut. Querliegende Biotite sind selten. Manchmal ist eine beginnende Chloritisierung an den Rändern der Biotite zu beobachten. Einschlüsse im Biotit sind häufig, wobei Zirkon starke pleochroitische Höfe verursacht.

Untergeordnet (bis 8 %) tritt in den grauen Gneisen Amphibol auf. Er zeigt eine blaßbraune bis grünlichbraune Färbung. Die Achsenwinkel 2vx wurden mit 76° - 88° gemessen, die Auslöschungsschiefe beträgt 10° - 15° . Danach handelt es sich um gemeine oder grüne Hornblende. Auch an den Hornblenden ist eine beginnende Chloritisierung zu beobachten. Einschlüsse in den Hornblenden sind Zirkon, Apatit und Erz. Zirkon verursacht starke pleochroitische Höfe. Schwach pleochroitische Höfe konnten gelegentlich um die Apatiteinschlüsse beobachtet werden.

Alle Schliffe der grauen Gneise enthalten Erz. Der Durchschnittsgehalt an Erz liegt bei ca 5 %, der Maximalgehalt bei 15 %. Im Durchlicht konnte nur Molybdänglanz auf Grund seiner charakteristischen Kornformen einigermaßen sicher erkannt werden. Die Erzmineralien werden in einem gesonderten Kapitel beschrieben.

Unter den Akzessorien herrscht Apatit in kleinen idiomorphen Körnern vor. Zirkon ist in idiomorphen Körnern reichlich vertreten. An manchen Zirkonen konnte zonares Wachstum beobachtet werden. Karbonat findet sich bevorzugt in der Nachbarschaft von Erzkörnern.

Die Orthite bilden bis zu mehrere Millimeter große ~~Idiokristalle~~ gerundete Körner mit blaßbrauner bis dunkelbrauner Farbe. An manchen Orthiten ist die durch radioaktiven Zerfall verursachte Gitterzerstörung weit fortgeschritten. Die ~~durch~~ bei entstehende Volumenvergrößerung verursachte einen Kranz von Rissen und Sprüngen um die (Abb. 9) Orthite. Bei der Zersetzung der Plagioklase entstehen Zoisit und Hellglimmer. Bisweilen finden sich Spaltrisse, welche mit Epidot gefüllt sind. Vereinzelt wurde Titanit als dünner Saum um Erzkörper beobachtet. Wie die erzmikroskopische Untersuchung zeigte, handelt es sich bei diesen Erzkörpern meist um Titanomagnetit. Einmal wurden auch hypidiomorphe Titanitkristalle im Biotit gefunden. In einem Schliff wurden kleine idiomorphe tiefviollette Flußspatkristalle beobachtet. Das Gefüge der grauen Gneise ist durch die stark wechselnde Korngröße und die starke Differentierung sehr uneinheitlich. In den hellen Partien überwiegt ein granoblastisches Quarz-Feldspatpflaster mit einzelnen nicht eingeregelten Mafitkörpern. In den dunklen Partien dagegen beherrschen gut eingeregelte Biotite und Amphibole das Schliffbild.

Mineralbestand (in Vol.-%):

Schl.Nr.	Qz	Plg An	Kf	Bio	Amph	Erz	Akz
F 2	33,2	55,4 ₂₅	-	3,0	3,0	4,2	1,2
E 1	16,6	28,8 ₂₅	46,8	7,0	-	0,4	0,4
A 10	32,8	14,4 ₂₀	47,4	1,0	-	4,4	-
G 2	23,2	13,8 ₂₀	58,0	1,2	-	2,6	1,2

Akz: Apatit, Zirkon, Epidot, Orthit, Zoisit, Chlorit, Muskovit, Titanit, Karbonat, Flußspat.

Tabelle A: Quantitativer Mineralbestand der grauen Gneise.

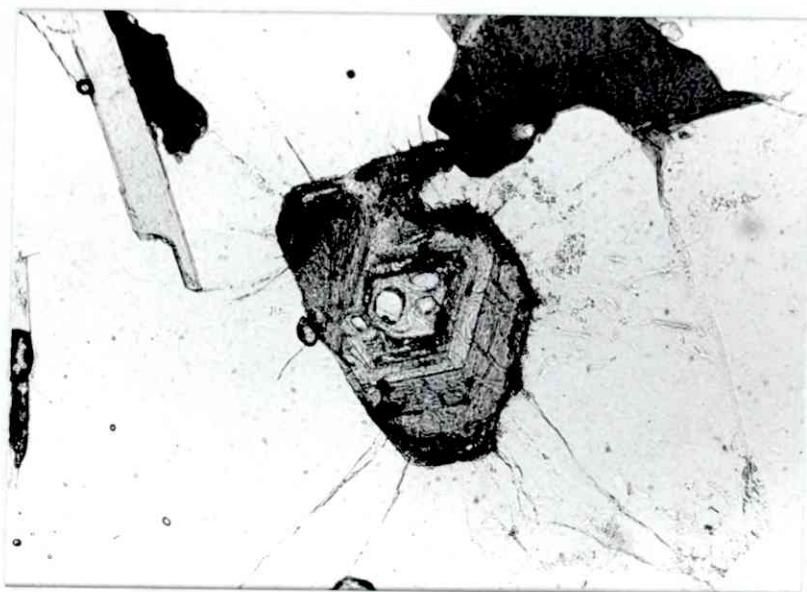


Abb. 9

Zonar gebauter Orthit mit charakteristischen
radialen Sprengriissen. Vergr. 80 X, N //.

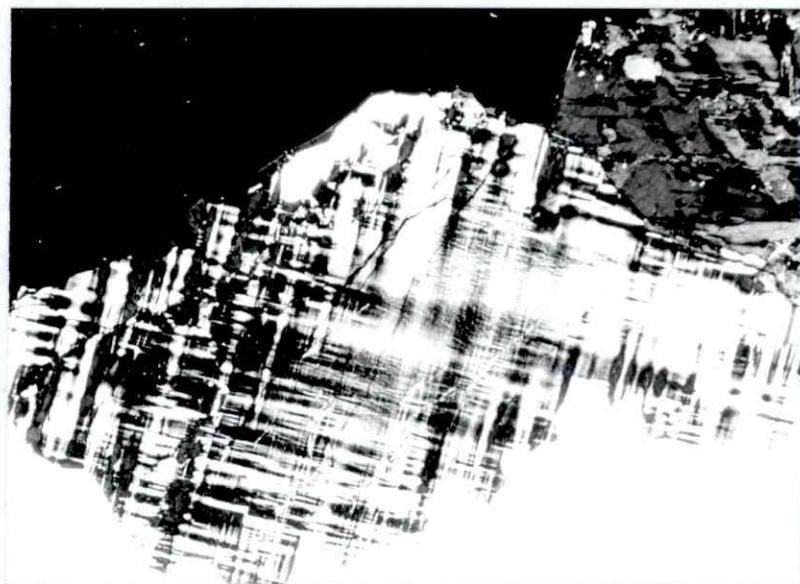


Abb. 9a

Mikroklin mit feiner Gitterung im Kern und
grober Gitterung am Rand. Vergr. 20 X, N+.

2. Die roten Granitgneise

a. Makroskopische Beschreibung

Die roten Granitgneise stellen im Flottorp-Gebiet die mit Abstand überwiegende Masse der Gesteine. Sie sind viel einheitlicher ausgebildet, als die grauen Gneise. Sie variieren in ihrer Ausbildung von reichlich Biotit führenden rosa Gneisen mit deutlichem "s" bis hin zu Biotit freien, ~~regel-~~ ^{richtungs-} ~~Granit-~~ losen Graniten. Typisches Kennzeichen der roten Gneise sind rosa Feldspatblasten, deren Korngröße die des restlichen Gesteins übertrifft. Im Gegensatz zu den grauen Gneisen sind die roten ~~ähnlich~~ Granitgneise sehr widerstandsfähig gegen die Verwitterung. Falls Mafite im Gestein vorhanden sind, sind sie gleichmäßig im Gestein verteilt. Lagige Anreicherungen wie in den grauen Gneisen sind selten. Gelegentlich finden sich 10 bis 20 cm mächtige Bänder des grauen Gneises im roten Granitgneis.

b. Mikroskopische Untersuchung (Durchlicht)

Quarz bildet kleine bis mittelgroße Körner (0,5-4 mm), welche lappig begrenzt sind und feldernd auslöschen. Zahlreiche Risse in ihm sind mit Hellglimmer verheilt. Nahezu alle anderen Gesteinskomponenten finden sich als Einschlüsse im Quarz.
Alle Kalifeldspäte zeigen eine Mikroklingitterung, welche in kleineren Körnern meist scharf ausgeprägt, in größeren Blasten mehr oder weniger verwaschen ist. In einigen größeren Blasten wurde ein leichter Zonarbau beobachtet, wobei der Rand eine grobe, der Kern eine feinere Mikroklingitterung (Abb. 9d) zeigte. Der Kalifeldspat zeigt wehig Korrasion. Nur gelegent-

lich findet man leicht getrübte Stellen. Stets finden sich Perthitentmischungen, welche meist lanzettförmige, manchmal jedoch auch fleckenförmige Gestalt haben. Die fleckenförmigen Perthitentmischungen zeigen Albitverzwillingung (Cleavelandit). An den Kreuzungspunkten zwischen Perthitlamellen und Spaltrissen bilden sich häufig Verdickungen der Perthitlamellen.

Plagioklas ist stets krräftig korrodiert, wobei die Kerne bevorzugt werden. Es handelt sich hierbei um eine ^{Saußervi-} ~~Serisi-~~ tisierung, welche die An-reicherteren Kerne bevorzugt. Gelegentlich findet man auch eine selektive Umwandlung einer Schar von Albitlamellen. (Abb. 10). In den roten Granitgneisen herrscht einfache Verwilligung nach Albit oder Periklin- gesetz vor. Gelegentlich tritt zusätzlich Karlsbader Ver- willigung auf. Kombinierte Albit-Periklinlamellenzwillinge sind in den roten Granitgneisen selten. In einer Anzahl von Plagioklaskörnern finden sich fleckenförmige Antiperthit- entmischungen, die deutliche Mikroklingitterung zeigen.

Nach den gemessenen An-Werten (20-23) ist der Plagioklas der roten Granitgneise ein Oligoklas. Häufig sind Myrmekit- bildungen zwischen Plagioklas und Quarz zu beobachten. (Abb. 11) Die Myrmekitquarze eines Plagioklaskornes zeigen eine einheitliche optische Orientierung.

Biotit ist in kleinen bis mittelgroßen Scheiten (0,5 - 3 mm) in den meisten Schliffen verbreitet, ohne eine deutliche Einregelung zu zeigen. Die Umwandlung der Biotite zu grünlichem bis fast farblosem Chlorit ist weit fortgeschritten.

Zum Teil sind Biotite von neugebildetem Muskovit verdrängt. Zahlreiche Einschlüsse von Zirkon und gelegentlich Orthit bilden pleochroitische Häfe im Biotit. Daneben findet man häufig Apatit als Einschluß im Biotit. Vereinzelt sind Biotite verbogen oder zerbrochen, wobei die Chloritisierung besonders dieser beanspruchten Stellen stark ist.

Wie schon in den grauen Gneisen ist auch in den roten Granitgneisen Apatit in idiomorphen Körnern und Nadeln häufig.

Die Erzgehalte liegen stets unter 1 %. An Erzmineralien sind Titanomagnetit, Ilmenit und gelegentlich etwas Pyrit zu finden. Die Zirkone sind stets gerundet und mehr oder weniger stark gefärbt. Teilweise zeigen die Zirkone Zonarbau. Orthit tritt nur gelegentlich auf und bildet ~~noch~~ gerundete Körner von ca 1 mm Durchmesser. Die Gitterzerstörung durch radioaktiven Zerfall ist noch weiter fortgeschritten als in den grauen Gneisen. Als weitere Akzessorien finden sich Zoisit, Muskovit, Karbonat und Chlorit. Epidot bildet jüngere Rissfüllungen.

Mineralbestand (in Vol.-%)

Schl.Nr.	Qz	Plg An	Kf	Bio	Erz	Akz
F 14	24,0	32,0 ₂₀	38,6	4,8	0,4	+
E 5	31,0	42,2 ₂₂	22,8	3,6	+	+
A 16	13,0	13,0 ₂₀	68,2	5,3	0,6	+
G 9	15,4	50,4 ₂₀	30,0	4,0	+	0,2

Tabelle B: Quantitativer Mineralbestand der roten Granitgneise.

Akz.: Apatit, Zirkon, Orthit, Epidot, Zoisit, Muskovit, Chlorit, Karbonat.



Abb. 10

Selektive Saussuritisierung einer Schar von
Albitlammellen in einem Plagioklas. Vergr. 80 X, N+.

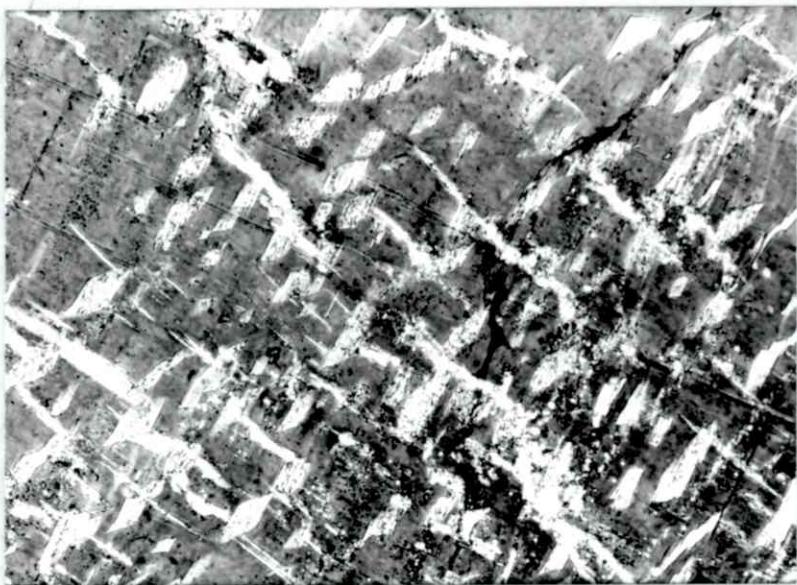


Abb. 10a

Kalifeldspat mit ader- und fleckenförmigen
Perthitentmischungen. Die fleckenförmigen
Perthitentmischungskörper sind saussuritisiert.
Vergr. 80 X, N+.

3. Die Amphibolite

a. Makroskopische Beschreibung

Amphibolite größerer Mächtigkeit sind im Kartierungsgebiet

selten. Zumeist liegt eine Wechsellagerung von Amphibolit- und Gneisbändern vor. Die Mächtigkeit dieser Bänder überschreitet selten 0,5 m. Auch die im Dünnschliff erfassten Bereiche ~~sind~~ bestehen oft nur teilweise aus Amphibolit.

Im Bereich von övre Flottorp sind Amphibolite selten.

Ihre Mächtigkeit liegt im dm-Bereich. In der Muldenzone von nedre Flottorp sind sie wesentlich häufiger und mächtiger (mehrere Meter). Im Handstück sind die Amphibolite fast schwarz, mittelkörnig und zeigen ein nur schwach ausgeprägtes "s".

In Zonen starker Verwitterung ändert sich die Gesteinsfarbe ins Grünlische, was durch die Chloritisierung der Biotite und Amphibole hervorgerufen wird. Die sichtbare Vererzung mit Molybdänglanz, Kupferkies und Pyrit sitzt meist am Kontakt zu den hellen Zwischenlagen. In ~~dem~~ dichten dunklen Amphiboliten ist eine Vererzung selten sichtbar. Die Amphibolite sind nicht sehr horizontbeständig. Im Bereich eines Faltenscheitels erreichen sie ihre größte Mächtigkeit, dünnen dann aber in den Flanken der Falte schnell aus und verschwinden oft vollkommen. An der Straße zwischen Ekrenuten und Fenklöp wurde eine abgeschrägte Falte im Amphibolit beobachtet. (Abb. 11a).

b. Mikroskopische Untersuchung (Durchlicht)

Die Quarzgehalte stammen aus den hellen Zwischenlagen, welche in ihrer Zuaammensetzung den grauen Gneisen entsprechen, zum Teil aber auch fast reine Quarzlagen sind.

Plagioklas liegt in rundlichen bis lappigen Körnern vor, die nur an Rissen eine geringfügige Zersetzung zeigen.

Die Anorthitgehalte sind mit An 25 - An 35 höher als in den anderen Gesteinen (An 20 - An 25). Es liegen Zwillinge nach

Albit-, Karlsbader- und Periklingesetz vor. Meist sind die Zwillingslamellen breiter als in den anderen Gesteinen.

Kleine rundliche unverzwilligte Plagioklaskörner finden sich als Einschlüsse in den Amphibolen.

Die mittelgroßen (1-3 mm) hypidiomorphen Amphibole sind kräftig gefärbt und pleochroitisch. Ihre Farbe ist hellbraun (x), sattgrün (y) und tief olivgrün (z). Die gemessenen Achsenwinkel 2vx betragen $76^\circ - 88^\circ$, die Auslöschungsschiefe $8^\circ - 15^\circ$. Danach handelt es sich um eine tschermakitische, eisenreiche Hornblende (TRÖGER 1967). Normalerweise liegen die Amphibole frisch vor, nur in einem Schliff (E 2) sind sie zum größten Teil in Chlorit umgewandelt. Die Gehalte an Biotit in den Amphiboliten schwanken stark (1 - 38%).

Die Biotite sind zusammen mit den Amphibolen eingeregelt und oft eng mit diesen verwachsen. Meist sind sie idiomorph ausgebildet. Sowohl Biotit als auch Amphibol enthalten häufig Einschlüsse von Apatit, Zirkon und Orthit. Die beiden letzteren bilden pleochroitische Höfe, welche im Biotit kräftiger sind als im Amphibol.

Mineralbestand (in Vol.-%)

Schl.Nr.	Qz	Plg _{An}	Bio	Amph	Erz	Akz
E 6	+	29,2 ₃₀	1,0	66,0	1,2	+
A 5	5,2	35,6 ₃₅	18,6	36,4	4,0	0,2
A 9	1,6	39,2 ₃₀	12,6	42,0	2,6	+

Tabelle C: Quantitativer Mineralbestand der Amphibolite.

(bis 10 %)

Die Vererzung der Amphibolite entspricht der der grauen Gneise. Sie wird zusammen mit dieser in einem gesonderten Kapitel behandelt.

Akz.: Apatit, Zirkon, Orthit, Karbonat, Chlorit.

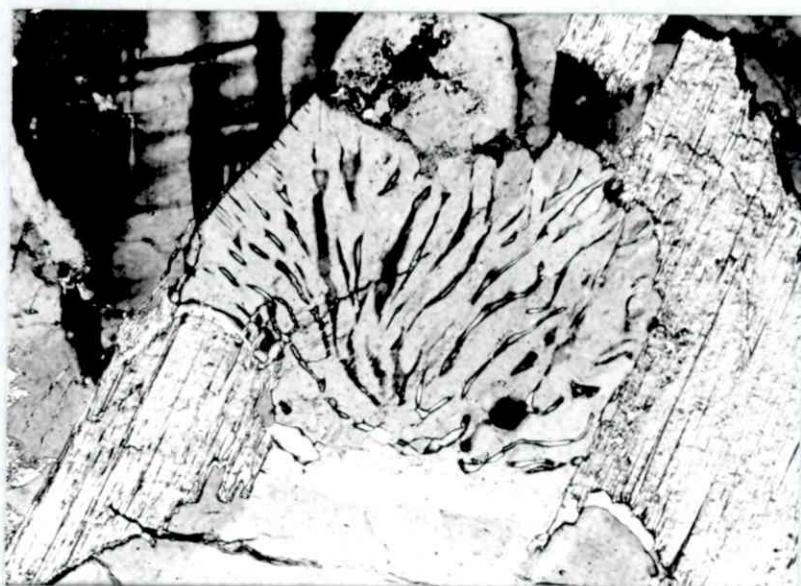


Abb. 11

Myrmekit:Plgioklas mit wurmförmigen Einlagerungen
von Quarz.Vergr.80 X,N+.

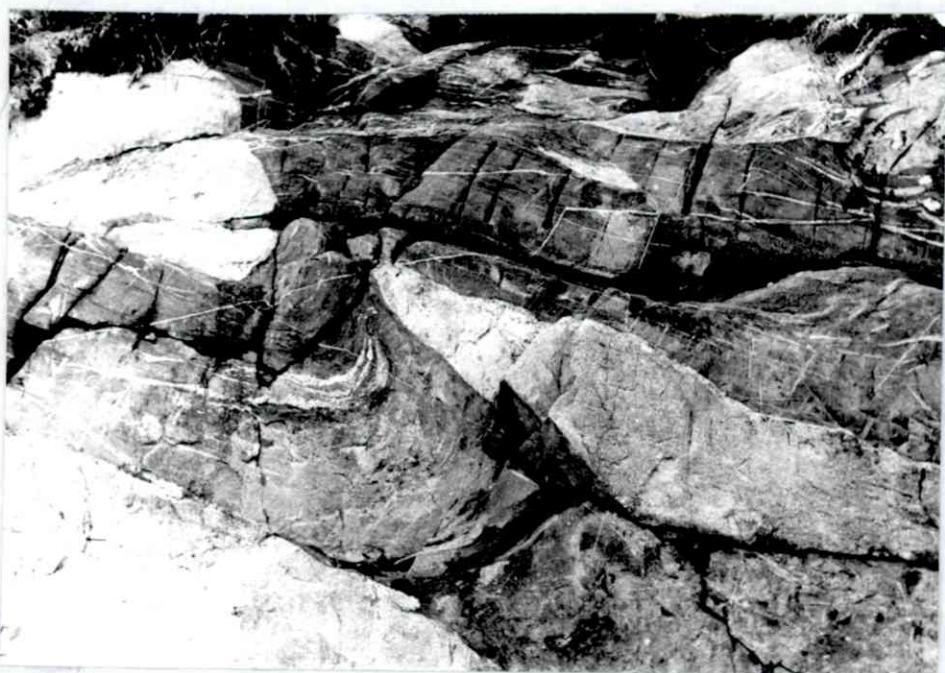


Abb. 11a

Abgescherte Falte im Amphibolit,Fenklop,nedre
Flottorp.

4. Granat-Pyroxen-Biotitfels

a. Makroskopische Beschreibung

Im Osten des Fenklop in nedre Flottorp (Abb. 2) tritt eine Linse von ca 10 m Länge und ca 2 m Mächtigkeit eines Gesteins- typs auf, der im Flottorp-Gebiet nur an dieser Stelle gefunden wurde. Dieses Gestein ist sehr dunkel und scheint hauptsächlich aus Biotit und Feldspat ~~bestehen~~ mit ca 5 mm großen eingesprengten Granaten zu bestehen. Eine Einregelung des Biotits ist nicht zu erkennen.

b. Mikroskopische Untersuchung (Durchlicht)

Beim Sägen der Handstücke konnte beobachtet werden, daß im Handstückbereich sich granatfreie mit granatreichen Lagen abwechseln. Unter dem Mikroskop wurde festgestellt, daß die granatfreien Lagen reichlich Pyroxen und wenig Biotit enthalten, die granatreichen Lagen dagegen viel Biotit und keinen Pyroxen.

Quarz wurde in diesem Gestein nur als Einschluß im Granat gefunden.

Die Plagicklase liegen als Andesin mit einer Zusammensetzung von An 40 / Ab 60 vor und haben rundliche, kaum verzehnte Kornformen. Es treten Karlsbader-, Albit- und Periklinzwillinge auf. Die Albitlamellen sind meist grob und etwas verwaschen, die Periklinlamellen fein und scharf.

Biotit bildet große (bis 3 mm) idiomorphe Scheite und zeigt auch unter dem Mikroskop keine Einregelung. Er ist sehr kräftig gefärbt und zeigt keine Verwitterungserscheinungen. Einige Biotite enthalten dünne, tiefrot durchscheinende Lamellen von vermutlich Hämatit. Ungewöhnlich häufig sind Einschlüsse von Zirkon und Apatit im Biotit.

Der in Hypidiomorphen kleinen (bis 0,5 mm) Körnern vorliegende Pyroxen ist leicht pleochroitisch von blaßrosa nach blaß- graugrün und zeigt gerade Auslöschung. Typische Pyroxenkopf- bilder fehlen, dagegen sind die meisten Körner unregelmäßig kataklastisch zerbrochen. Eine eindeutige Bestimmung des Achsenwinkels konnte nicht erreicht werden. Auf Grund der geraden Auslöschung und des Pleochroismusses wird angenommen, daß es sich um Hypersthen handelt. In den granatfreien Partien ist der Pyroxen frisch mit nur gelegentlicher beginnender Zersetzung an Spaltrissen. Mit Annäherung an die granatreichen Partien wird die Zersetzung stärker und direkt neben den Granaten sind die Pyroxene vollständig uralitisiert.

Granat bildet unregelmäßige amöboide Kornformen und ist sehr reich an Einschlüssen von Quarz, Plagioklas, Biotit, Erz und Apatit.

Gleichmäßig über den Schliff verteilt sind hypidiomorphe, leicht gerundete Erzkörper. Es handelt sich dabei um Titanomagnetit mit häufigen Ilmenitentmischungsleisten.

Mineralbestand (in Vol.-%)

Schl.Nr.	Plg An	Bio	Gran	Pyr	Erz	Akz
F 17	43,4 ₄₀	18,8	8,2	20,0	8,4	0,4
Akz.: Zirkon, Apatit, MUSKÖVIT Quarz.						

Tabelle D: Quantitativer Mineralbestand des Granat-Pyroxen-Biotitfelses.

Die Herkunft dieses Gesteins konnte nicht eindeutig geklärt werden. Verschiedentlich wurde das Gestein nach dem makroskopischen Eindruck als verglimmter Eklogit angesprochen. Dagegen spricht der vorkommende Pyroxen, der sicherlich kein

Omphacit ist. Da die Strukturen innerhalb dieser Gesteinslinse keine Beziehung zur Lagerung der umgebenden Gesteine zeigen und der Gesteinschemismus eindeutig basisch ist, könnte es sich um den metamorph überprägten Rest eines basischen Ganges handeln.

5. Ganggesteine und Kluftfüllungen

a. Makroskopische Beschreibung

Neben reinen Quarzadern, welche meist "s" parallel verlaufen, treten im Flottorp-Gebiet verbreitet geringmächtige Pegmatitgänge auf, welche die anderen Gesteine diskordant durchschlagen. Die Pegmatite sind sehr grobkörnig mit riesenkörnigen rosa gefärbten Kalifeldspäten. Um Biotitnester und große Orthitkristalle (bis 1 cm) bilden sich auffallende rostfarbene Höfe (wahrscheinlich durch Verwitterung). Auf zahlreichen Klüften im Flottorp-Gebiet findet sich Epidot, entlang dem Gydalen auch Beläge von Calcit. An mehreren Stellen im Gydalen wurde Flußpat gefunden. Dieser ist tief viollett gefärbt und bildet oft aufgewachsene Kristalle. Zumeist ist er mit reichlich Epidot vergesellschaftet.

b. Mikroskopische Untersuchung (Durchlicht) der Pegmatite.

Quarz ist xenomorph ausgebildet und löscht feldernd aus. Er ist gut mit den anderen Mineralkörnern verzahnt. Die sehr großen Kalifeldspäte zeigen Mikroklingitterung, welche im Kern fein, randlich größer ausgebildet ist. (Abb.9). Teilweise geht die Mikroklingitterung in eine undeutliche wolkige Streifung über. Meist enthalten die Kalifeldspäte unregelmäßig geformte Perthschnüre, welche leicht saussuritisiert sind.

Die Plagioklase sind im Kern vollständig saussuritisiert und haben meist einen nicht zersetzen Rand aus Ab-reichem

(Abb. 8)

Plagioklas. Der Rand hat eine Zusammensetzung von ca An 20 - Ab 80, der Kern ist wegen der vollkommenen Saussuritisierung nicht meßbar. Am Rand der Plagioklase haben sich myrmekitische Verwachsungen zwischen Quarz und Plagioklas gebildet. (Abb. 11) Biotit bildet meist kurzstengelige Blättchen. Eine beginnende Chloritisierung ist zu beobachten.

Akzessorisch sind Apatit in idiomorphen Körnern, kleine dunkel gefärbte Zirkone und einzelne Orthite vertreten. Opakes Erz fehlt in den untersuchten Schliffen.

Der Modalbestand ist in Anbetracht der Korngröße nicht repräsentativ, dürfte jedoch den tatsächlichen Verhältnissen etwa entsprechen.

Mineralbestand (in Vol.-%)

Schl.Nr.	Qz	Plg _{An}	Kf	Bio	Akz
A 3	32,6	11 ₂₀	56	1	+

Akz.: Apatit, Zirkon, Orthit.

Tabelle E: Quantitativer Mineralbestand der Pegmatite.

6. Die Erzminerale

Die 37 untersuchten Erzanschliffe stammen aus den Gebieten Fenklop, Ekreknuten und Aasen in nedre Flottorp, der Flögbrotheii zwischen nedre und övre Flottorp und der Umgebung der alten Grube in övre Flottorp. (Abb. 2). Sie sind durchweg den grauen Gneisen und Amphiboliten entnommen. Während in den grauen Gneisen die Erzgehalte meist an biotitreichen Lagen konzentriert sind, liegen sie in den Amphiboliten bevorzugt am Rande der hellen Zwischenlagen.

Mikroskopische Untersuchung (Auflicht).

Das verbreitetste Erzmineral in den grauen Gneisen von Flottorp ist Molybdänglanz. Er bildet bis 25 mm große hypidiomorphe bis idiomorphe Kristalle. Er ist stark pleochroitisch, seine Farbe ändert sich je nach Schnittlage von reinweiß bis mittelgrau. Mit beginnender Verwitterung zu Molybdänocker wird die Farbe des Molybdänglanzes deutlich braunstichig. Schleifkratzer im Molybdänglanz sind häufig und stark. Zumeist findet sich der Molybdänglanz in grobblättrigen, oft stark deformierten Aggregaten, deren einzelne Kristalle ± parallel orientiert sind. In die aufgefiederten Zwickel im Molybdänglanz ist oft Kupferkies eingewandert. Gelegentlich findet man Aggregate von Molybdänglanz, in denen alle Zwischenräume mit Kupferkies gefüllt sind. (Abb. 12). Einschlüsse von Pyrit und Titanomagnetit im Molybdänglanz sind nicht selten. Mit Biotit ist Molybdänglanz oft eng verwachsen und wandert in Bruchstellen und Risse in diesem ein. In stark korrodierten Schliffen

wurden dünne Leisten von Hämatit im Molybdänglanz beobachtet.

Verdrängungen des Molybdänglanzes durch andere Mineralien wurden nicht gefunden.

Weitverbreitet in den Erzen von Flottorp ist Kupferkies. Größere Körner zeigen allotriomorphe Formen mit unregelmäßigen Korngrenzen, während kleinere Körner meist gut gerundet sind. Der Kupferkies aus dem Flottorp-Gebiet ist ungewöhnlich stark anisotrop. Schon in Luft sind die zahlreichen lanzettförmigen, bikonkaven Umwandlungslamellen des kubischen Hochtemperaturkupferkieses deutlich zu sehen. (Abb. 13).

In einigen Kupferkieskörnern wurde eine gitterförmige Zwillingslamellierung beobachtet.

Hauptsächlich in den Schliffen aus der Flogbrotheii, seltener auch in Schliffen aus den anderen Gebieten wurden verschiedene Entmischungskörper im Kupferkies gefunden.

Besonders auffallend sind kleine unregelmäßig geformte Sternchen und Tröpfchen, welche zu Schnüren aufgereiht sind (Abb. 14) und eine gemeinsame Orientierung zeigen. Sie sind ungewöhnlich stark reflexionspleochroitisch von dunkelgrau bis ~~farbe~~ hellgelb und außerordentlich stark anisotrop. Zusammen mit diesen Sternchen und Tröpfchen in denselben Schnüren kommen kleine rundliche Entmischungskörper vor, die in der Farbe stark Magnetkies ähneln, aber isotrop sind. Diese Schnüre von Entmischungskörpern dürften zerfallene Cubanitlamellen sein und bei dem Magnetkiesähnlichen Mineral dürfte es sich um Chalkopyrrhotin handeln. Die stark pleochroitischen und anisotropen Sternchen und Tröpfchen können nach ihrem Aussehen Valerit oder Mackinawit sein. Die Art ihres Auf-

tretens als orientierte Schnüre in ehemaligem Hochtemperatur-kupferkies weist eindeutig auf Mackinawit hin (RAMDOHR 1969). In denselben Schliffen findet man auch Entmischungskörper von Zinkblende. Meist sind dies unregelmäßig geformte runde bis ovale Körner, die ihrerseits wieder Kupferkies in runden Kügelchen in regelmäßigen Abständen parallel zu den Zwillingsgrenzen entmischt haben (Abb. 15). Die Innenreflexe der Zinkblende sind meist braunrot, manchmal auch gelb. Zusammen mit Mackinawit und Chalkopyrrothin findet man gelegentlich mehr oder weniger gut ausgebildete Zinkblende-sternchen. (Abb. 14 + 16). Als freie Körner außerhalb der Kupferkiese wurde Zinkblende selten beobachtet. Verbreitet finden sich im Kupferkies Einschlüsse von runden Magnet-kieskörnern, Titanomagnetit und Pyrit. Im Bereich der Ver-witterung ist der Kupferkies randlich und von Spaltrissen aus in Covellin umgewandelt. Bei fortschreitender Verwitterung bilden sich X Säume von Brauneisen um die Kupferkieskörner. Häufig wurden dünne Gangartnadeln (vermutlich Chlorit) in Bündeln und Rosetten im Kupferkies gefunden. Vereinzelt sind Risse im Gestein mit Kupferkies verheilt. Pyrit tritt in allen Flotterperzen auf, wenngleich in meist geringeren Mengen als Molybdänglanz und Kupferkies. Bevorzugt bildet er Idioblasten. Größere Körner ($1 > \frac{2}{3}$ mm) sind oft aus mehreren kleinen (ca 0,5 mm) Idioblasten zusammenge-setzt. Daneben kommen wesentlich kleinere ($< 0,1$ mm) rund-lische isometrische Formen vor, welche besonders im Bereich der Verwitterung häufig sind.

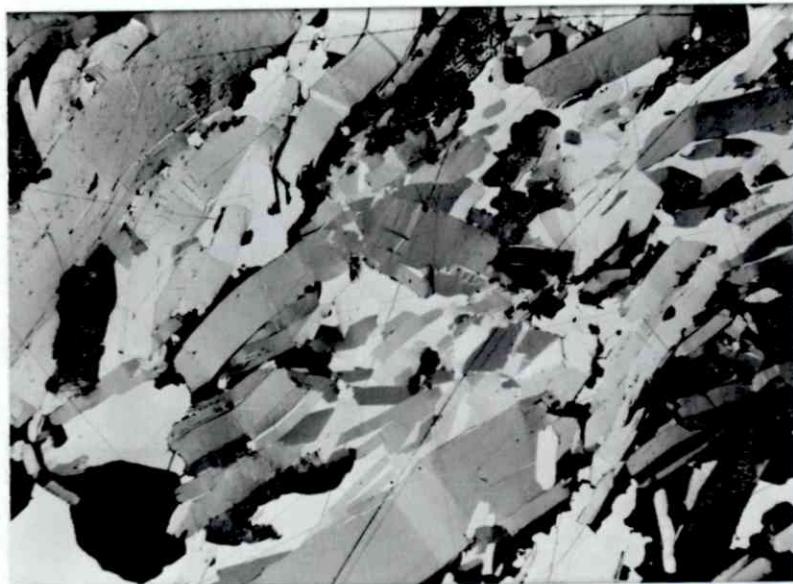


Abb. 12

Aggregat etwa parallel orientierter Molybdän-
glanzkörner (hellgrau). Die Zwickel sind mit
Kupferkies (fast weiß) gefüllt. Vergr. 125 X, N//.



Abb. 13

Kupferkies mit Umwandlungslamellen des kubischen
Hochtemperaturkupferkieses. Reinweiß: Mackinawit.

Vergr. 125 X, N +.

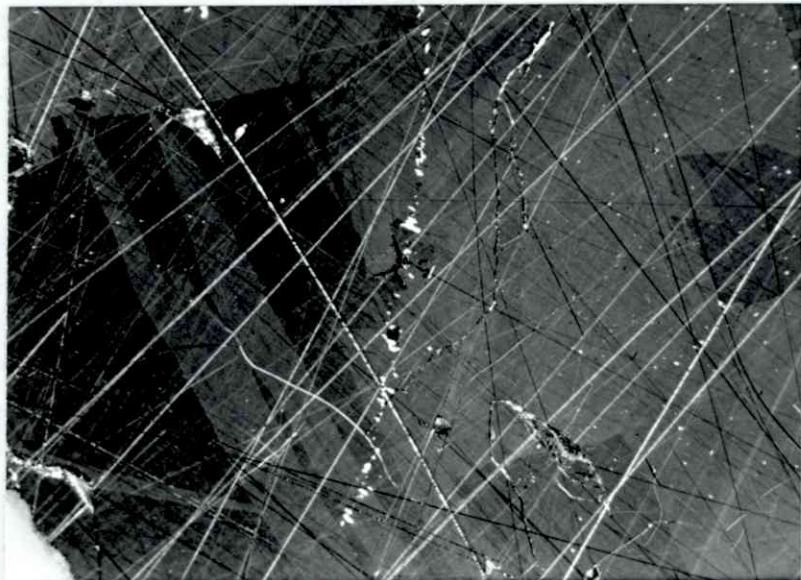


Abb. 14

Schnur von Mackinawitentmischungskörpern (rein-weiß, Mitte) und Zinkblendesternen (fast schwarz, Mitte) im Kupferkies. Vergr. 250 X, N +.

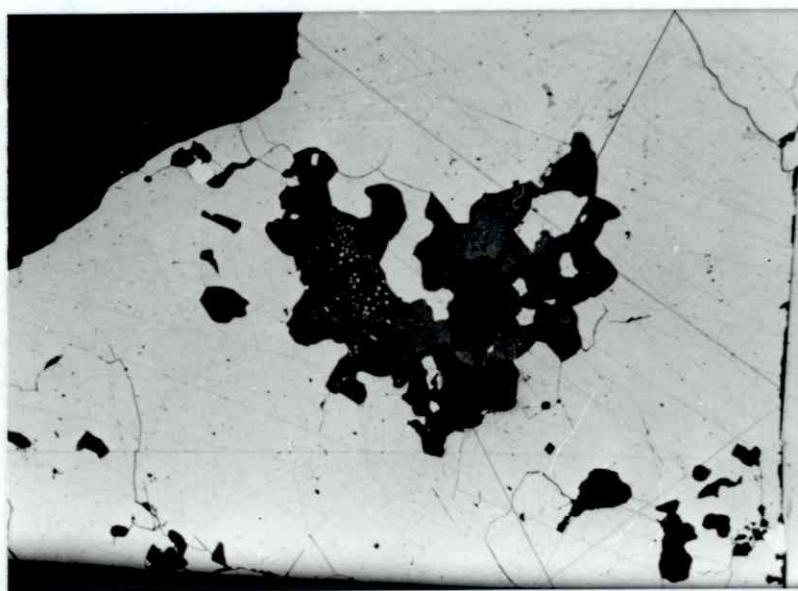


Abb. 15

Zinkblende (mittelgrau) mit tröpfchenförmigen Kupferkiesentmischungen, im Kupferkies.

Vergr. 250 X, N //.

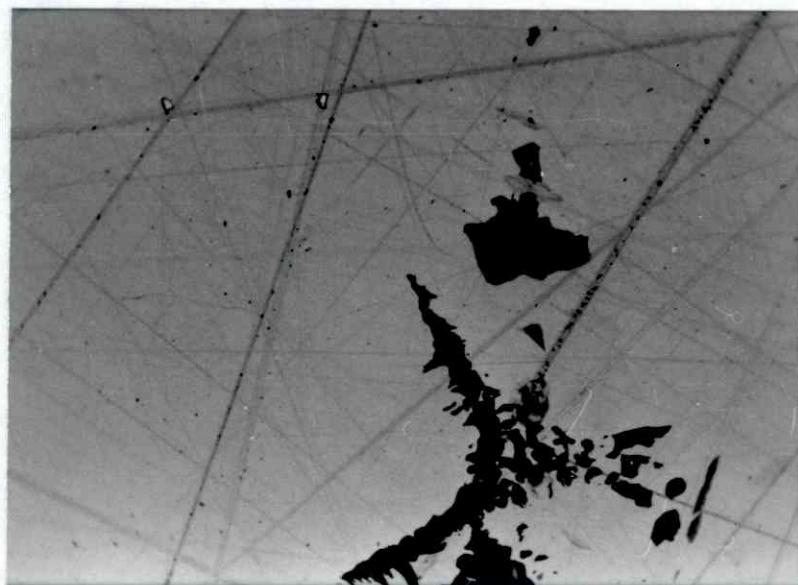


Abb. 16

Zinkblendestern (schwarz) in Kupferkies. Im Korn darüber:dunkelgrau Mackinawit, mittelgrau Chalkopyrrhotin. Vergr.ca 1500 X,N // Öl.

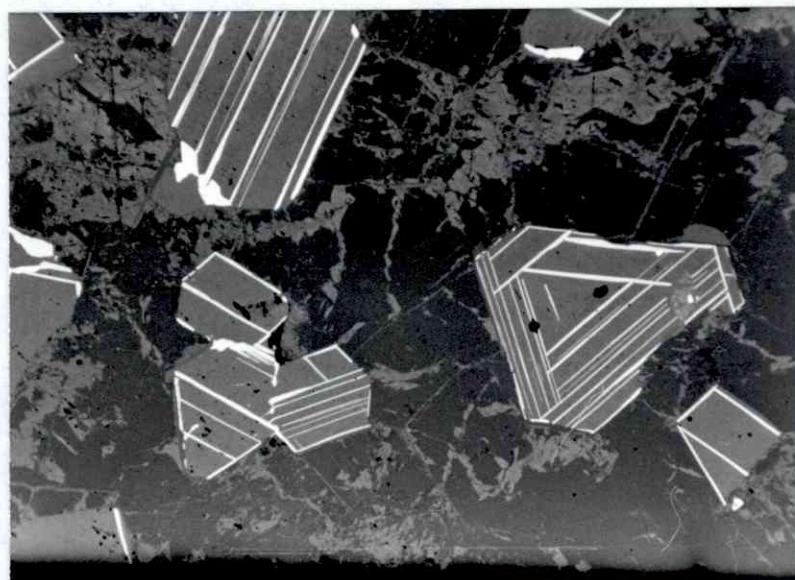


Abb. 17

Ilmenitgerüste ehemaliger Titanomagnetite. Der Magnetitanteil ist herausgelöst. Vergr.125 X,N //.

Durch die Verwitterung wird Pyrit randlich in Brauneisen umgewandelt.

bildet

Markasit ~~KINNEXXIK~~ meistens ~~IK~~ Aggregate aus sehr feinkörnigen Markasitkristallen. Die Korngröße dieser Kristalle nimmt meist zum Rand hin zu. Daneben findet man Aggregate, die aus größeren (ca 1mm) fächerförmigen, meist verzwillingten Kristallen bestehen. Fast immer ist Pyrit am Aufbau dieser Aggregate beteiligt.

In untergeordneter Menge ist Magnetkies in den Erzen von Flottorp enthalten. Zumeist liegt er in rundlichen kleinen Körnern im Kupferkies oder Pyrit, seltener in unregelmäßigen eckigen Körnern in der Gangart. Verschiedentlich wurden Zwillingsslamellen im Magnetkies beobachtet. Einige wenige Magnetkieskörner enthalten kleine spindelförmige Entmischungskörper von Pentlandit. Bei der Verwitterung wird Magnetkies randlich und von Spaltrissen aus in ein markasitähnliches Mineral umgewandelt (RAMDOHR 1955). Dieses Mineral hat ein zwischen Magnetkies und Pyrit liegendes Reflexionsvermögen und ist schwach pleochroitisch. Es ist stark anisotrop mit Farbeffekten von orange nach graublau. Typisch sind parallele Streifung des Minerals und scharfgezackte, manchmal flammenförmige Grenze zum Magnetkies.

Neben den sulfidischen Erzmineralien, welche weitgehend auf die grauen Gneise und Amphibolite beschränkt sind, sind in allen Gesteinen des Flottorp-Gebietes oxydische Erzminerale verbreitet. Der überwiegende Teil davon ist Titanomagnetit. Seine Farbe wechselt in Abhängigkeit vom Titan gehalt. Titanomagnetite, welche ihren Titangehalt in Form von Ilmenitleisten oder -säumen entmischt haben, sind bläulich grau, unentmischtene Titanomagnetite bräunlich grau gefärbt.

Besonders die letzteren zeigen eine deutliche Anisotropie, die jedoch viel schwächer ist, als die des Ilmenits. Die auftretenden Kornformen des Titanomagnetits sind meist idiomorph - hypidiomorph; die meisten Körner haben eine oder mehrere ebene Kristallflächen ausgebildet. Fast alle Titanomagnetite sind kataklastisch zerbrochen und eckige Ausbrüche sind häufig. Der Titanomagnetit zeigt gewöhnlich kaum Korrosionserscheinungen, nur gelegentlich konnte eine beginnende Martitisierung beobachtet werden.^{XXXIX}

Die Ilmenitentmischungsleisten sind meist groß und dem Titanomagnetit parallel 111 eingelagert. In einigen Schliffen konnten Ilmenitgerüste beobachtet werden, aus denen der Magnetitanteil herausgelöst ist. Hier zeichnen die Ilmenitleisten perfekt die Kristallflächen des Magnetits nach (Abb. 17). Der Ilmenit ist bei der Metamorphose rekristallisiert. Daher setzen die Risse in den Titanomagnetiten nicht durch die Ilmenitleisten hindurch. In vielen Schliffen sind die Ilmenitleisten ganz oder teilweise in Leukoxen umgewandelt. Hier wurden in stark verquarzten Bereichen feine Rutilnadeln gefunden. Freie rundliche Ilmenitkörper enthalten häufig feine bis feinste Entmischungsdisketten von Eisenglanz, welche manchmal herausgelöst sind. (Abb. 18). In einem Fall wurden lanzettförmige Zwillingslamellen in einem undulös auslöschen Ilmenitkorn beobachtet.

Bei der Martitisierung des Σ Titanomagnetits wird Eisenglanz in unregelmäßigen kleinen Körnern gebildet. Dies ist besonders in den stark oxydierten Schliffen der Fall, in denen Pyrit und Kupferkies randlich breite Oxydations-

zonen aus Brauneisen aufweisen. Diese Brauneisenzenen bestehen sowohl aus Nadeleisenerz als auch aus Rubinglimmer, die durch ihre unterschiedliche Helligkeit zumindest manchmal unterschieden werden konnten.

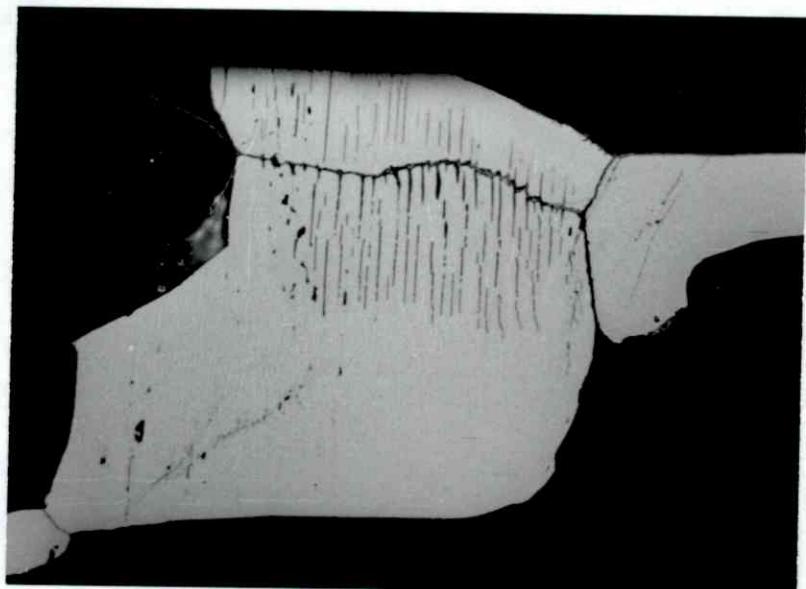


Abb. 18

Ilmenitkorn mit Hämatitentmischungsdisketten (sehr fein, weiß), welche zum Teil herausgelöst sind.

Vergr. 625 X, Öl, N //.

X Geochemie

1. Analysen-ergebnisse

Die Ergebnisse von 74 Analysen aus vier Profilen sind in den Tabellen F,G,H,I aufgestellt und in den Diagrammen 1 - 4 graphisch dargestellt. Die Au-Gehalte konnten wegen zu geringer Werte in den Diagrammen nicht eingezeichnet werden. Die Petrographie der Profile ist in einer Säule unter den dazugehörigen Diagrammen dargestellt (Legende im Diagramm 1). Die Durchschnittsgehalte der Profile sind ~~ZUSAMMENFASSUNG DER ANALYSENERGEBNISSE~~ in der Tabelle J zusammengestellt.

Bemerkungen zu den

2. ~~DISKUSSION DER~~ Analysenergebnissen

Wie aus den Diagrammen 1 - 4 ersichtlich, ist die Vererzung mit Kupfer und Molybdän ausschließlich an die grauen Gneise und Amphibolite gebunden. Selbst dünne zwischengeschaltete Lagen roten Granitgneisses haben keine Gehalte an Molybdän und nur geringe Gehalte an Kupfer. Die Vererzung ist außerordentlich unregelmäßig. Sehr reiche und sehr arme Partien wechseln im Meterbereich. Es ist in den Diagrammen deutlich zu erkennen, daß der Verlauf der Kupfer- und Molybdängehalte etwa gleichgerichtet ist. Gelegentlich sind die "peaks" etwas versetzt. Die Gehalte an Gold sind offensichtlich im Kupferkies eingebaut, da nur die sehr kupferreiche (1,6 % Cu) Probe AP 16 einen über der Nachweisgrenze liegenden Goldgehalt hat. Aus dem Diagramm 4 ist ersichtlich, daß auch die Pegmatitgänge keine Molybdän- und nur geringe Kupfergehalte haben.

Proben-Nr.	% Cu	% Mo	ppm Au
FP 1	0,0016	< 0,001	< 0,05
FP 2	0,003	< 0,001	< 0,05
FP 3	0,11	0,0079	< 0,05
FP 4	0,10	0,028	< 0,05
FP 5	0,42	0,095	< 0,05
FP 6	0,059	3,6	< 0,05
FP 7	0,055	0,0049	< 0,05
FP 8	0,0015	< 0,001	< 0,05

Tabelle F: Analysenergebnisse des Profils im Fenklop.

Proben-Nr.	% Cu	% Mo	ppm Au
EP 1	0,032	< 0,001	< 0,05
EP 2	0,051	< 0,001	< 0,05
EP 3	0,0016	< 0,001	< 0,05
EP 4	< 0,001	< 0,001	< 0,05
EP 5	0,0028	< 0,001	< 0,05
EP 6	0,0029	< 0,001	< 0,05
EP 7	0,0026	0,0045	< 0,05
EP 8	0,032	< 0,001	< 0,05
EP 9	0,022	0,016	< 0,05
EP 10	0,0063	0,0060	< 0,05
EP 11	0,020	0,052	< 0,05
EP 12	0,085	0,015	< 0,05
EP 13	0,0018	< 0,001	< 0,05
EP 14	0,0014	< 0,001	< 0,05
EP 15	0,013	< 0,001	< 0,05

Proben-Nr.	% Cu	% Mo	ppm Au
EP 16	0,036	0,010	< 0,05
EP 17	0,0066	< 0,001	< 0,05
EP 18	< 0,001	< 0,001	< 0,05
EP 19	< 0,001	< 0,001	< 0,05
EP 20	0,47	0,12	< 0,05
EP 21	0,0054	< 0,001	< 0,05
EP 22	0,0018	< 0,001	< 0,05
EP 23	0,0058	< 0,001	< 0,05
EP 24	< 0,001	< 0,001	< 0,05

Tabelle G: Analysenergebnisse des Profils Ekreknuten.

Proben-Nr.	% Cu	% Mo	ppm Au
AP 1	0,0029	< 0,001	< 0,05
AP 2	0,0064	< 0,001	< 0,05
AP 3	0,048	0,050	< 0,05
AP 4	0,042	0,0050	< 0,05
AP 5	0,89	0,032	< 0,05
AP 6	0,45	1,2	< 0,05
AP 7	0,088	0,011	< 0,05
AP 8	0,060	0,0038	< 0,05
AP 9	0,11	0,11	< 0,05
AP 10	0,049	0,011	< 0,05
AP 11	0,015	0,010	< 0,05
AP 12	0,020	0,0040	< 0,05
AP 13	0,020	< 0,001	< 0,05

Proben-Nr.	% Cu	% Mo	ppm Au
AP 14	0,012	0,0032	<0,05
AP 15	0,012	0,0071	<0,05
AP 16	1,6	4,9	0,09
AP 17	0,13	0,11	<0,05
AP 18	0,017	0,017	<0,05
AP 19	0,25	0,43	<0,05
AP 20	0,11	0,011	<0,05
AP 21	0,13	0,033	<0,05
AP 22	0,15	0,030	<0,05
AP 23	0,016	0,0046	<0,05

Tabelle H: Analysenergebnisse des Profils Aasen.

Proben-Nr.	% Cu	% Mo	ppm Au
GP 1	0,0014	<0,001	<0,05
GP 2	0,35	<0,001	<0,05
GP 3	0,34	0,15	<0,05
GP 4	0,060	0,0067	<0,05
GP 5	0,13	0,011	<0,05
GP 6	0,14	0,092	<0,05
GP 7	0,36	0,0058	<0,05
GP 8	0,23	0,54	<0,05
GP 9	0,0055	<0,001	<0,05
GP 10	0,0080	<0,001	<0,05
GP 11	0,21	0,55	<0,05
GP 12	0,0027	0,0031	<0,05

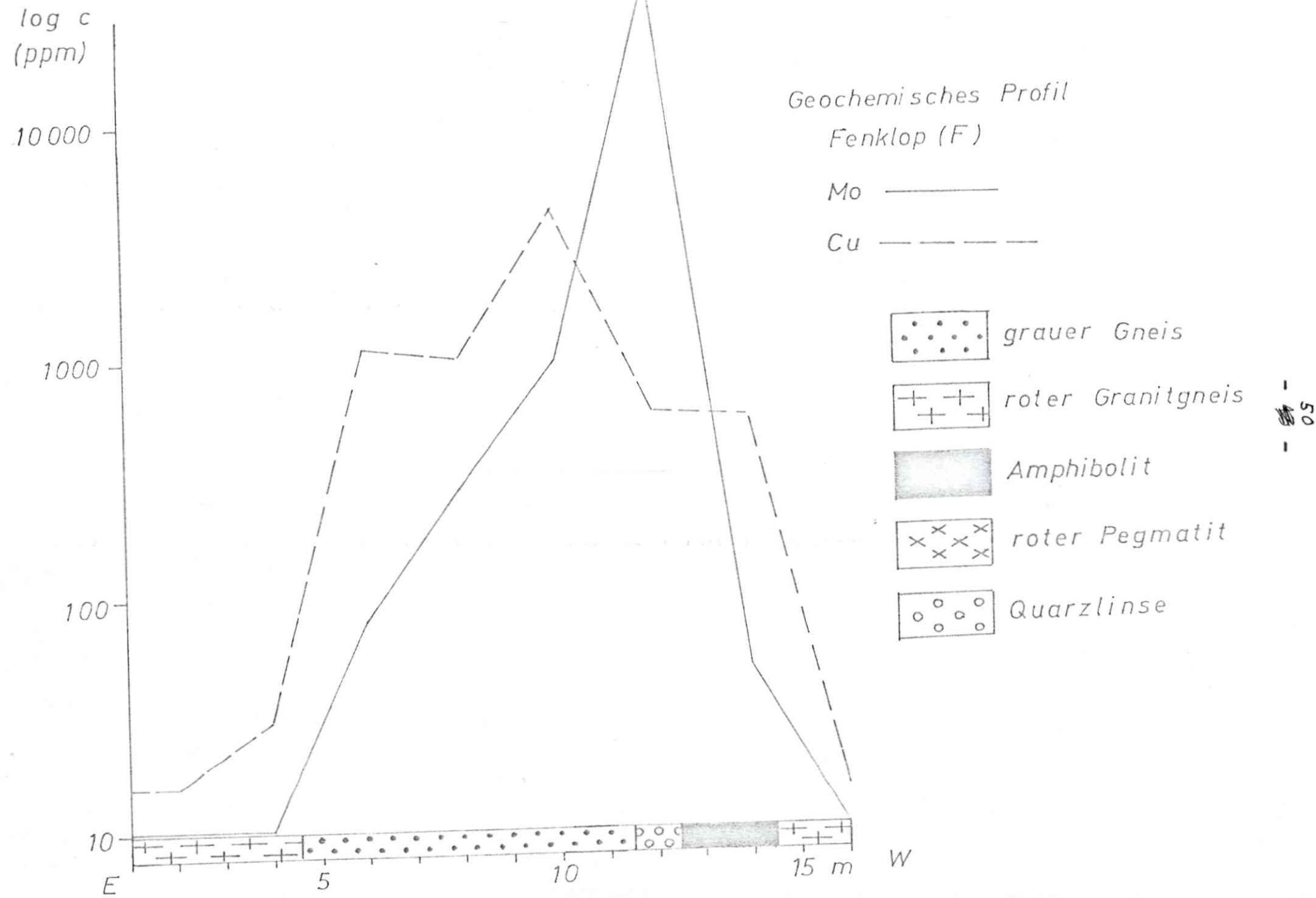
Proben-Nr.	% Cu	% Mo	ppm Au
GP 13	0,0021	< 0,001	< 0,05
GP 14	0,0027	< 0,001	< 0,05
GP 15	0,0028	< 0,001	< 0,05
GP 16	0,0066	< 0,001	< 0,05
GP 17	0,0090	0,0062	< 0,05
GP 18	0,060	0,0052	< 0,05
GP 19	0,054	0,0056	< 0,05

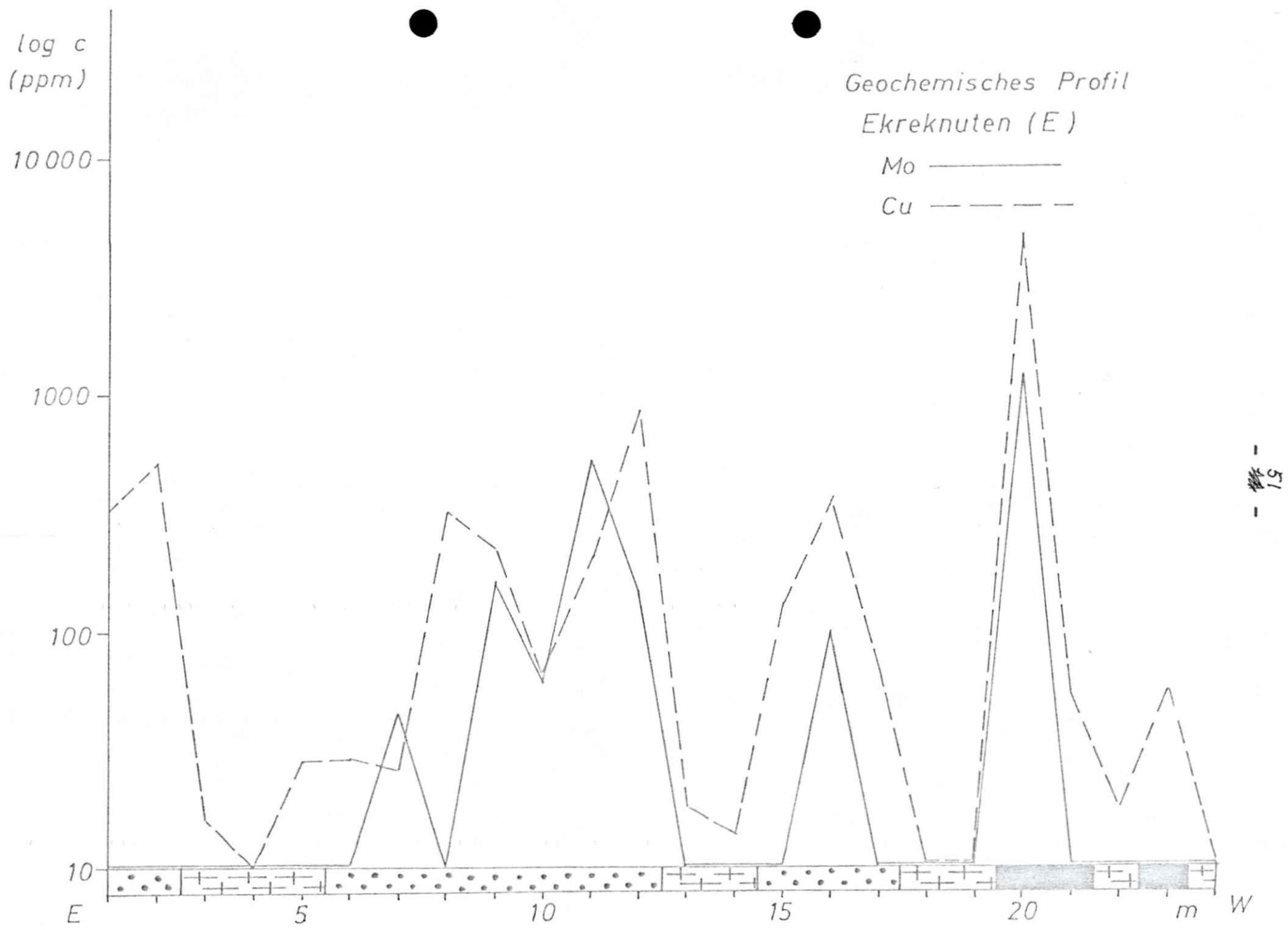
Tabelle I: Analysenergebnisse des Profils alte Grube.

Profil	% Cu	% Mo	% MoS ₂
Fenklop	0,09	0,47	0,77
Ekreknuten	0,03	0,009	0,015
Aasen	0,18	0,30	0,50
alte Grube	0,10	0,07	0,12
Knaben	?	0,09 - 0,12	0,15-0,2

Tabelle J: Durchschnittsgehalte der Profile für die Geochemie. Zum Vergleich ist der Durchschnittsgehalt der Förderung der Knabengrube in den letzten Jahren aufgeführt.

Diagramm 1





(Legende siehe Diagramm 1)

$\log c$
(ppm)

10000

1000

100

10

W



Geochemisches Profil

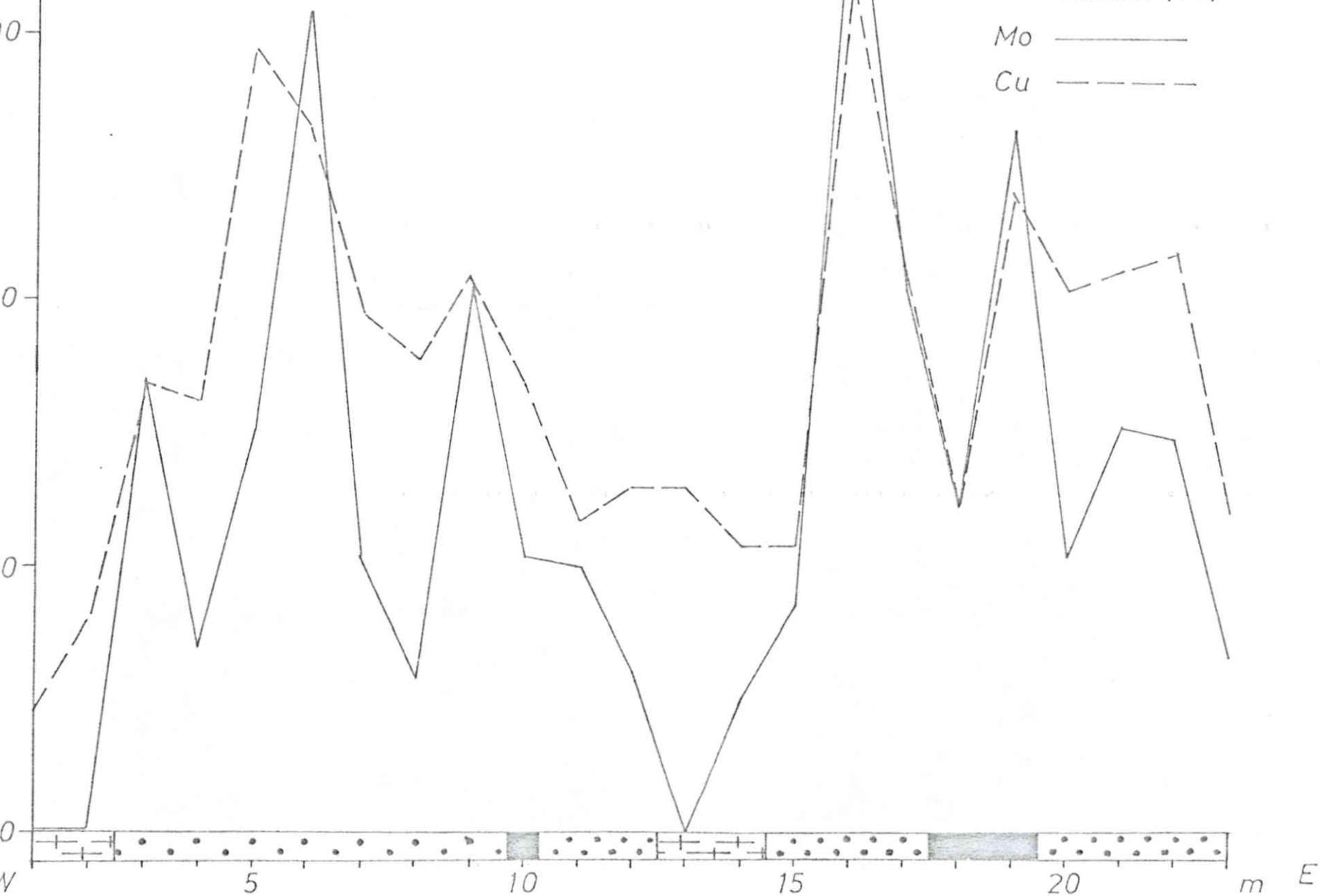
Aasen (A)

Mo

Cu

-
52
-
42

Diagramm 3
(Legende siehe Diagramm 1)



$\log c$
(ppm)

10000

1000

100

10

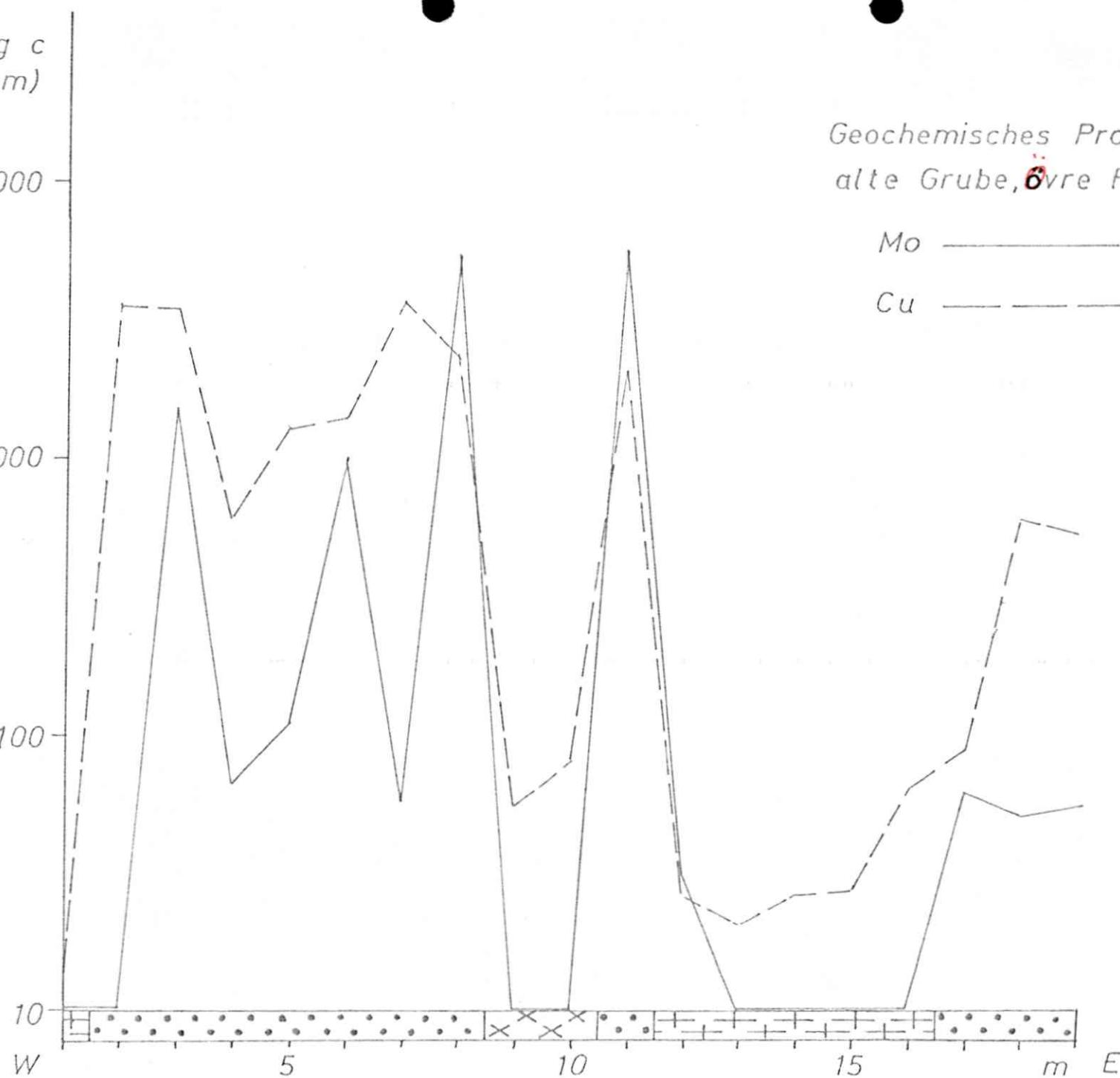
Geochemisches Profil
alte Grube, Övre Flottorp (G)

Mo ———

Cu - - -

- 53 -
— 48 —

Diagramm 4
(Legende siehe Diagramm 1)



XI Geophysikalische Untersuchung

Die Erzzonen in Flottorp wurden von Folldalverk A/S nach dem IP-Verfahren(Induzierte Polarisation) gemessen.(siehe dazu Kapitel IV. Arbeitsmethoden.)

Die von Folldalverk A/S erstellte Anomalienkarte(Anlage 7) zeigt Anomalien innerhalb der Erzzonen von nedre und övre Flottorp. Die Stärke der Anomalien wird durch den sogenannten Metallfaktor (in %) angegeben. Diese Größe verhält sich proportional zur Stärke der Vererzung.

Die Anomalien liegen zwar alle innerhalb der vererzten grauen Gneise und Amphibolite, die hohen Anomalien jedoch liegen außerhalb der bekannten reich vererzten Zonen.

Aus diesem Grund wurden an den Stellen, die hohe Anomalien zeigten Proben entnommen. Dabei zeigte es sich, daß die Proben meist reichlich Pyrit und Kupferkies, jedoch wenig Molybdänglanz enthielten.

An einigen Stellen erschien die Vermutung berechtigt, daß wasserführende Klüfte die Messungen beeinflussten.

XII Zur Metamorphose

Die Gesteine des Flottorp-Gebietes wurden im Laufe der Erdgeschichte sicherlich mehreren Metamorphosen unterworfen. Nach einer höchstgradigen haben auch darauffolgende retrograde Metamorphosen ihre Spuren in den Gesteinen hinterlassen. Zur Bestimmung der höchsten Stufe der Metamorphose sollen die folgenden Beobachtungen herangezogen werden.

1. Beobachtungen im Gelände

Hauptsächlich nördlich und nordwestlich des Arbeitsgebiets wurden die roten Granitgneise fast völlig aufgeschmolzen und erstarrten als richtungslose Granite. Verbreitet findet man Migmatite aus aufgeschmolzenem granitischen Material ~~und~~ und nicht vollständig aufgeschmolzenen ~~Katzen~~ Resten basischerer Gesteine. Die Quarzgehalte der Gesteine wurden teilweise mobilisiert und bildeten Gängchen oder schichtparallele Linsen. Verbreitet wurden pegmatitische und aplittische Gängchen beobachtet.

2. Petrographische Beobachtungen

Die Ausbildung von Mikroklinperthiten und Plagioklasanti-perthiten deutet auf katazonale Bedingungen während der Metamorphose (MICHOT 1957).

Kupferkies zeigt zum überwiegenden Teil die Umwandlungslamellen des ehemaligen kubischen Hochtemperaturkupferkieses. Nach YUND & KULLERUD (1966) und HILLER & PROBST & HAIN (1956) liegt die Umwandlungstemperatur von tetragonalem Kupferkies in kubischen Hochtemperaturkupferkies bei 550° C bzw. $547 \pm 5^{\circ}$ C.

Die Entmischung von Chalkopyrrhotin im Kupferkies deutet auf Umbildungstemperaturen von ca 450°C , die Entmischung von Zinkblendesternchen auf 550°C hin (BORCHERT, 1934).

Nach einer tektonischen Beanspruchung, bei der Molybdänglanz deformiert und Titanomagnetit kataklastisch zerbrochen wurde, rekristallisierten Kupferkies und Ilmenit.

3. Tektonische Beobachtungen.

Aus den tektonischen Diagrammen (Abb. 4 - 6) läßt sich eine mehrphasige Faltung erkennen. Deutlich werden vor allem zwei Faltungsphasen mit senkrecht zueinander stehenden Achsen.

Nach WINKLER (1967) liegt der Beginn der Anatexis bei 700°C bei 2000 Bar H_2O Druck bzw. 680°C bei 4000 Bar H_2O Druck.

Die Anzeichen für eine beginnende Anatexis und Migmatisierung der Gesteine im Flottorp-Gebiet sind eindeutig. Die durch die petrographischen Beobachtungen belegten Temperaturen von ca 550°C wurden also sicher überschritten. Es ist aber möglich, daß die Anatexis im Flottorp-Gebiet durch tiefere Versenkung und zusätzlichen gerichteten Druck durch tektonische Beanspruchung bei tieferen Temperaturen als den oben geforderten eingesetzt hat.

Die höchstgradige Metamorphe Überprägung der Flottorp-gesteine erfolgte im Bereich der Katazone. Sie könnte auch als "high stage metamorphism" im Sinne von WINKLER (1970) bezeichnet werden. Durch die Rekristallisation einzelner Mineralien sowie durch die mehrphasige Faltung wird belegt, daß ~~MASKIMBIK~~ die Flottorpgesteine mehrfach metamorph überprägt wurden.

Nach der ~~K~~ metamorphen Überprägung in der Katazone wurden die Gesteine retrograd metamorph beansprucht. Hierbei wurden Minerale neu gebildet, welche im Bereich der Katazone nicht stabil sind, wie z.B. Epidot, Chlorit, Muskovit und Zoisit.
war
Diese retrograde Überprägung ~~ist~~ besonders im Bereich tektonischer Bewegungszonen besonders stark.

XIII Zur Genese der Vorkommen von Flottorp.

In den klassischen Werken der Lagerstättenkunde werden die Molybdänvorkommen Südnorwegens als "pneumatolytische Quarzgänge mit MoS₂" (SCHNEIDERHÖHN 1961) und "Quarzgänge, Spaltenfüllungen und imprägnierter Granit" (PHILLIPSBORN 1964) beschrieben. KRÜSGH (1938) und RECHENBERG (1960) beschreiben die Vorkommen als an Granite bzw. Norite gebunden.

BUGGE (1963) ordnet die Molybdänvorkommen Südnorwegens einem Cu-Mo-Gürtel zu und bezeichnet die Erzvorkommen von Flottorp als "Fahlbänder und Imprägnationszonen mit Aplitgängen." Die genannten Autoren ordnen die Molybdänvorkommen der Südnorwegens der pneumatolytischen Phase meist granitischer Magmen zu.

URBAN (1971) untersuchte die Wolfram-Molybdänlagerstätte Örsdalen in Südwestnorwegen. Hier wird zum erstenmal eindeutig die strikte Gebundenheit der Vererzung an die Schichten der grauen Gneise und Amphibolite festgestellt. In den folgenden Jahren wurden auch die anderen Molybdänvorkommen Südnorwegens vom Geologischen Institut der Universität Kopenhagen einer erneuten Bearbeitung unterzogen. Hierüber berichtet URBAN (1974). Zusammenfassend stellt URBAN (1974) fest: "Es wird jedoch aufgezeigt, daß alle Vorkommen schichtgebunden in einer grauen Gneisserie liegen und zusammen mit biogenen Graphit- und Apatitgehalten gleiche sulfidische und oxydische Mineralparagenesen führen. Es wird gefolgert, daß aufgrund der geologischen, tektonischen und

mineralogischen Befunde eine Konzentration und Ausfällung der Metalle im marinen Milieu mit nachfolgender hochmetamorpher Überprägung des Mineralbestands als Bildungsvorgang anzunehmen ist."

Während der Bearbeitung der Vorkommen von Flottorp wurden folgende Gegebenheiten gefunden, welche zur Klärung der Genese herangezogen werden können.

Die sichtbare Vererzung ist ausschließlich an die grauen Gneise und Amphibolite gebunden.

Einzelne erzreiche Lagen wurden mit den Schichten der grauen Gneise zusammen verfaltet. Sie sind also vortektonisch.

Einzelne Minerale sind durch die tektonische Beanspruchung zerbrochen (Magnetit) oder verformt (Molybdänglanz).

Danach sind einige Minerale rekristallisiert (Ilmenit, Kupferkies). Die Vererzung ist also prämetamorph.

Die geochemischen Untersuchungen ergaben, daß nur die grauen Gneise und die Amphibolite nennenswerte Gehalte an Mo und Cu haben. Die roten Granitgneise und die disjunktiven pegmatitischen Gänge haben keine Gehalte an Mo und nur geringe Gehalte an Cu. (Vgl. Diagramme 1-4, S 50-53)

Aus diesen ~~HIM~~ Gegebenheiten wird gefolgert:

Die Erzvorkommen von Flottorp sind eindeutig ~~XXXXXX~~ schichtgebunden, prätektonisch und prämetamorph.

Die von URBAN (1974) in den meisten anderen Molybdänvorkommen Südnorwegens festgestellten biogenen Graphithalte fehlen in Flottorp. Die hohen Apatitgehalte hat Flottorp jedoch mit den anderen Vorkommen gemeinsam.

Eindeutige Beweise für eine sedimentäre Entstehung der Gesteine im Flottorp-Gebiet wurden nicht gefunden. Angesichts der Horizontbeständigkeit und der engen Wechsellagerung der Schichten erscheint jedoch eine sedimentäre Entstehung am wahrscheinlichsten.

Auf Grund ihres Mineralbestandes können ~~kennen~~ als Ausgangsmaterial für die roten Granitgneise sandige bis arkosige, für die grauen Gneise mergelige bis tonige Sedimente angenommen werden. Als Ausgangsmaterial für die Amphibolite kommen vulkanische Effusiva in Frage.

Ob die Zufuhr der Metallgehalte synsedimentär oder syndiagenetisch ~~erfolgte~~ erfolgte, lässt sich nicht mit Bestimmtheit feststellen. Diskutiert werden unter anderem folgende Möglichkeiten.

1. Die ~~erfolgte~~ Zufuhr der Metallgehalte erfolgte durch submarine Exhalationen oder Hydrothermen in Zusammenhang mit einem frühogenen Vulkanismus. Diese Entstehung wird für viele der schichtgebundenen Lagerstätten ~~ausgenommen~~ der Antimon-Wolfram- Quecksilber-Formation angenommen. (MAUCHER 1965, MAUCHER 1974).

2. Die Metallgehalte werden während der diagenetischen Verfestigung durch zirkulierende Wässer aus metallhaltigen Sedimenten des "red bed - Typus" herausgelöst und in den reduzierenden Schichten wieder ausgefällt. WEDEPOHL (1964) diskutiert diese Möglichkeit für den nordwestdeutschen Kupferschiefer.

3. Die Metallgehalte WURDEN gelangten im ehemaligen Liefergebiet AXS der Sedimente als Chloridkomplexe in Lösung und wurden in reduzierendem marinen Milieu als Sulfide ausgefällt.
Zusammenfassend wird folgende Entstehung der Erzvorkommen von Flottorp postuliert:

Die Gesteine des Flottorp-Gebietes sind hochmetamorph überprägte Sedimente und submarine Effusiva eines prä-kambrischen Geosynklinaltroges. Die Erzzufuhr erfolgte synsedimentär-syndiagenetisch. Anschließend erfolgte eine Stoffkonzentrazion durch die Metamorphose.

XIV Literaturverzeichnis

- ADLER, R. et al.: Elektronische Datenverarbeitung in der Tektonik.-157 S.Clausthal(Ellen Pilger Verlag),1958.
- ADLER, R. & FENCHEL,W.:Statistische Methoden in der Tektonik II.- 111 S. Clausthal (Ellen Pilger Verlag), 1965.
- BARTH, T.F.W.: Geological map of the Western Sörland.- Norsk geol.Tidskr.,25,1 - 10,1945.
- BARTH, T.F.W.&DONS, J.A.:Precambrian of Southern Norway.Geology of Norway.- Norges geol.Unders.,208, Oslo 1960.
- BORCHERT.H.: Über Entmischungen im System Cu-Fe-S und ihre Bedeutung als "geologische Thermometer".-Chemie der Erde,9, S. 145-172,1934.
- BUGGE, A.: Norges Molybdenforkomster.-134 S. Oslo (Universitetsforlaget) 1963. (Norges geol.Unders. 217).
- HILLER, J.E.& PROBSTHAIN, K.:Thermische und röntgenographische Untersuchungen am Kupferkies.-Z.f. Kristall.,108,108 - 129,1956.
- KRUSCH, P.: Die Metallischen Rohstoffe, Heft 2, Molybdän,Monazit,Mesothorium.-87 S. Stuttgart (F.Enke Verlag) 1938.

- MAUCHER,A.: Die Antimon-Wolfram-Quecksilber-Formation und ihre Beziehung zu Magmatismus und Geotektonik.-Freiberg.
Forsch.H.C-186, 173 - 188, 1965
- MAUCHER,A.: Zeitgebundene Erzlagerstätten.-
Geol.Rundsch., 63, 263 - 275, 1974
- MICHOT,J.: Le massif complexe anorthosito-leuconoritique de Haaland-Helleren et la palingenèse basique. Mem.Acad.Roy.Belgique, Cl.Sci. 15, 95 S., 1961.
- MICHOT,P.: Phénomènes géologiques dans la catazone profonde,-Geol.Rundsch., 46, 147 -173, 1957.
- RAMDOHR,P.: Die Erzmineralien und ihre Verwachungen.- 875 S.Berlin (Akademie Verlag) 1955.
- RAMDOHR,P.: The ore minerals and their intergrowths.- 1174 S.Oxford(Pergamon press), 1969.
- RECHENBERG,H.P.: Molybdän.Die Metallischen Rohstoffe Bd.12.-128 S.Stuttgart(F.Enke Verlag) 1960.
- SCHNEIDERHÖHN,H.: Die Erzlagerstätten der Erde Bd II.- 720 S, Stuttgart (G.Fischer Verlag), 1961.
- TOBI,A.C.: Fieldwork in the charnockitic Precambrian of Rogaland (S.W. Norway).- Geologie en Mijnbouw, 44, 208 - 217, 1965.
- TRÖGER,W.E.: Optische Bestimmung der gesteinbildenden Minerale, Teil 1 Bestimmungstabellen.-147 S.Stuttgart (Schweizerbart) 1956.

- TRÖGER, W.E.: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 2 Textband.- 822 S. Stuttgart (Schweizerbart), 1967.
- URBAN, H.: Zur Kenntnis der Schichtgebundenen Wolfram-Molybdän-Vermerzung im Örsdalen (Rogaland) Norwegen.-Mineral. Dep. 6, 177 - 195, 1971.
- URBAN, H.: Zur Kenntnis der präkambrischen, schichtgebundenen Molybdänitvorkommen in Südnorwegen.-Geol. Rundsch., 63, 180 - 190, 1974.
- VERSTEEVE, A.J.: Whole-rocks Rb-Sr isochron study of the charnockitic-granitic migmatites in Rogaland, South-West Norway.-Z.W.O. Laboratorium voor Isotopen-Geologie, Annual Progress Report, 49 - 56, 1970.
- von PHILLIPS BORN, H.: Erzkunde.-247 S. Stuttgart (F. Enke Verlag), 1964.
- WEDEPOHL, K.H.: Untersuchungen am Kupferschiefer in Nordwestdeutschland; Ein Beitrag zur Deutung der Genese bituminöser Sedimente.-Geochim. cosmochim. Acta, 28, 305 - 364, 1964.
- WINKLER, H.G.F.: Die Genese der metamorphen Gesteine.- 237 S. Berlin (Springer Verlag), 1965.
- WINKLER, H.G.F.: Abolition of Metamorphic Facies, Introduction of the four Divisions of Metamorphic Stage and of a Classification based on Isogrades in Common Rocks.- N.Jb. Miner., Mh. 189 - 248, 1970.

YUND, R.A. & KULLERUD, G.: Thermal Stability of Assemblages
in the Cu-Fe-S-System.-Journ.of
Petrol., 7, 454 - 488, 1966.

ZEPERNICK, E.: Geologische Kartierung des Flottorp-
Gebietes bei Mandal/Südnorwegen,-
173 S., unveröffentl. Diplomarbeit,
Clausthal 1968.

GEOLOGISCHE KARTE
des
FLOTTORP-GEBIETS
Südnorwegen

LEGENDE:

[+] roter Granitgneis

[■] grauer Gneis

[/] Amphibolit

[■] See

[■] Moor

Verdal

Kvæde



0 300m 600m 900m 1200m 1500m

Gydalen

Ovre Flottorp

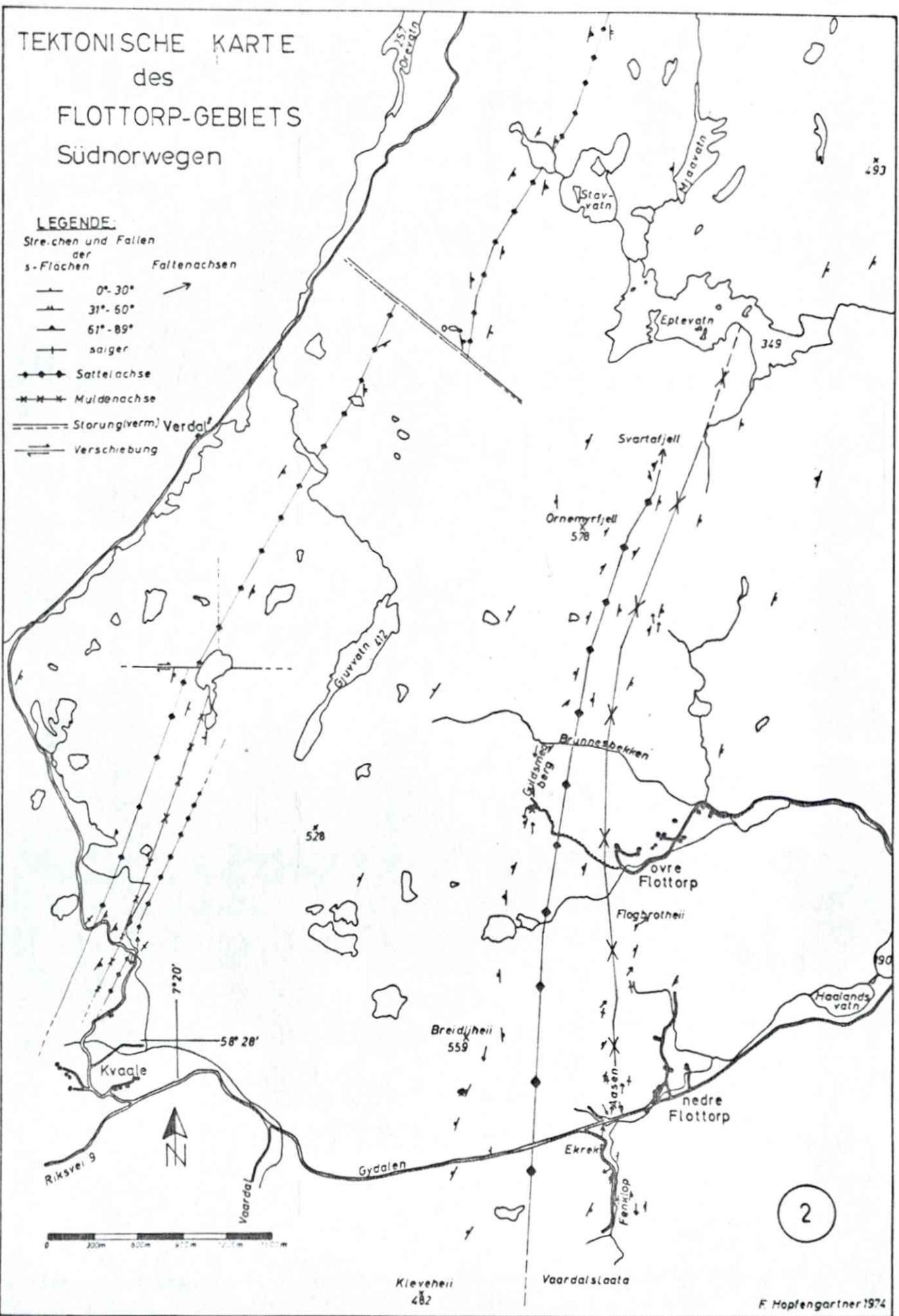
nedre Flottorp

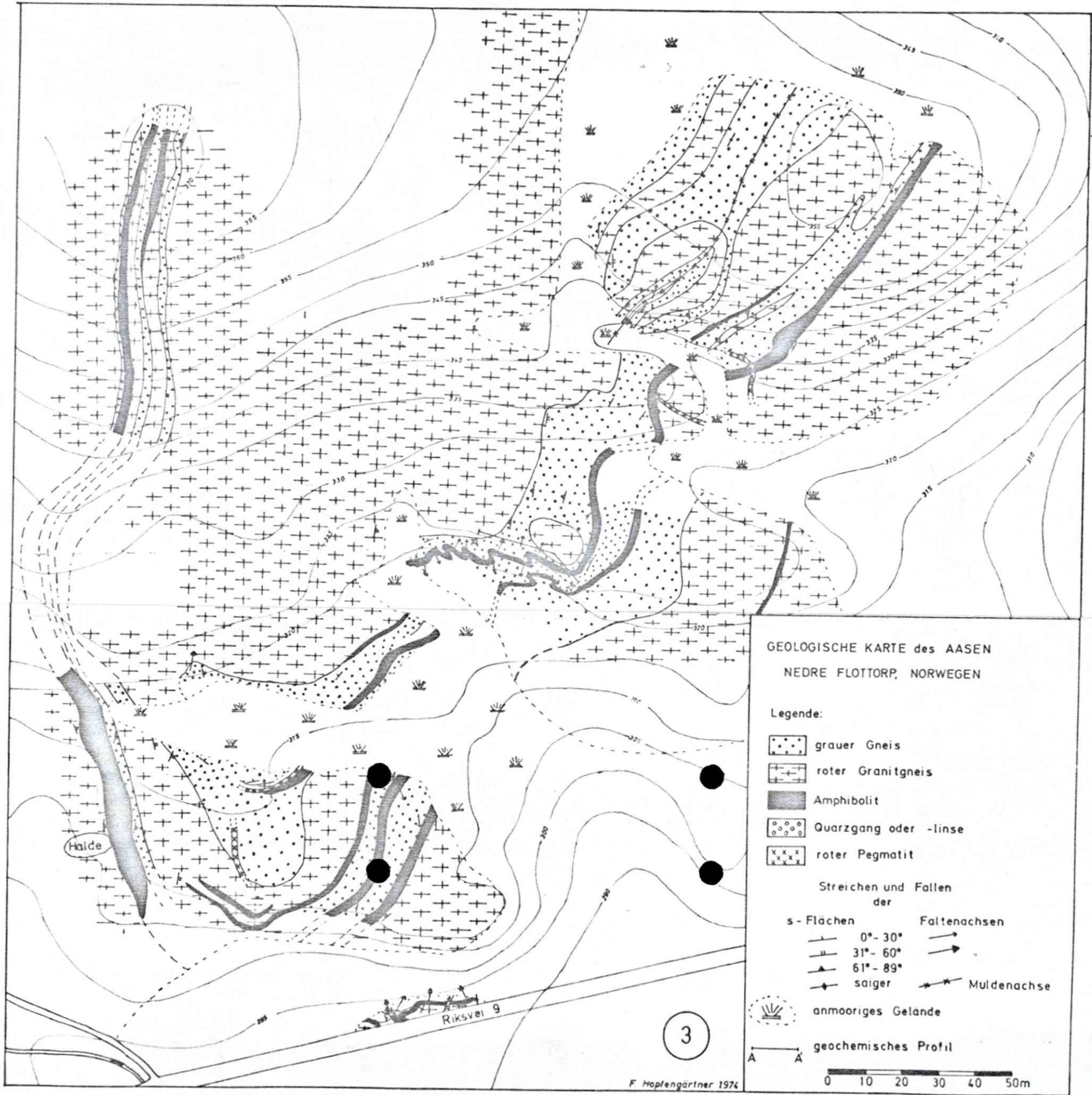
1

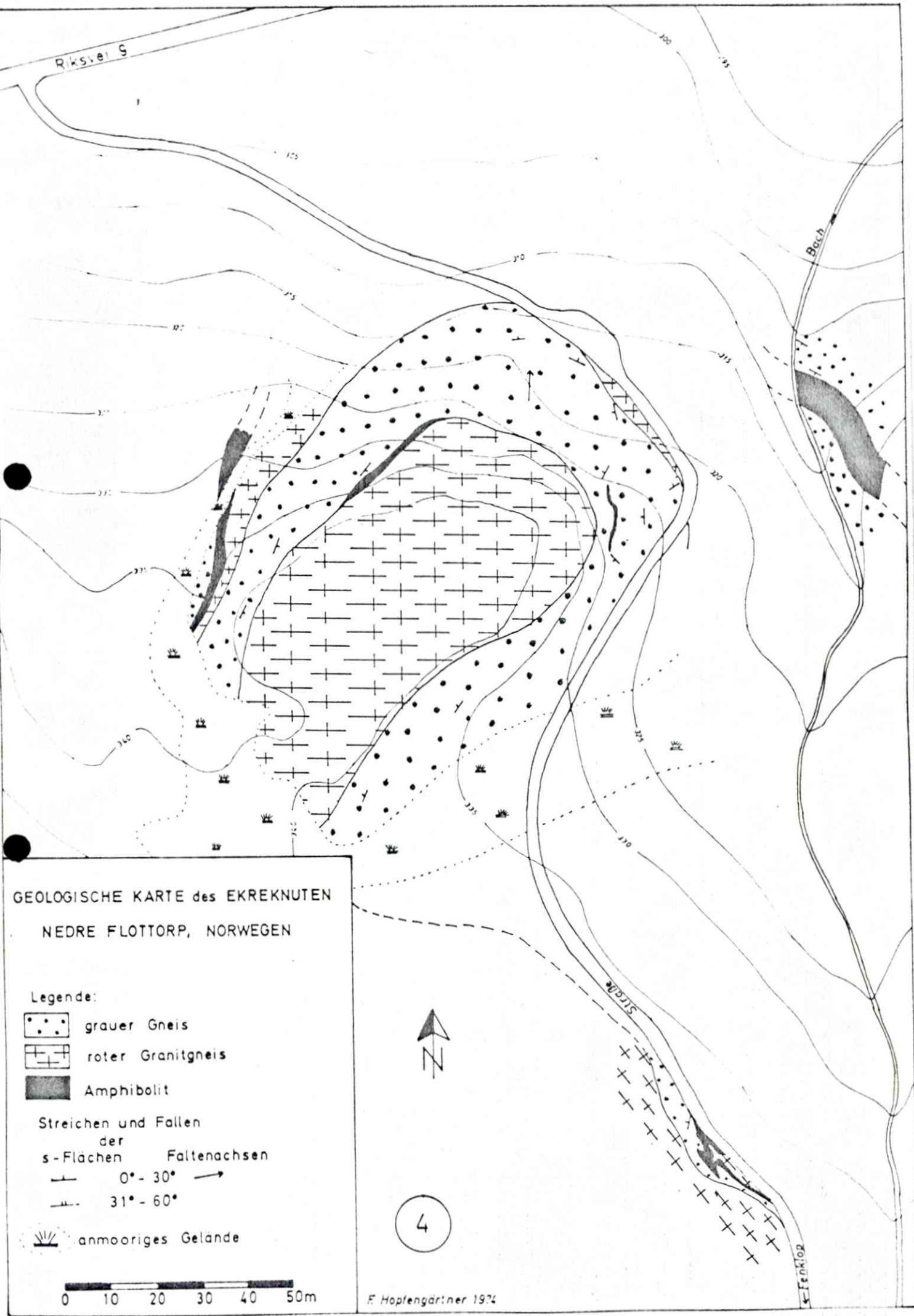
TEKTONISCHE KARTE
des
FLOTTORP-GEBIETS
Südnorwegen

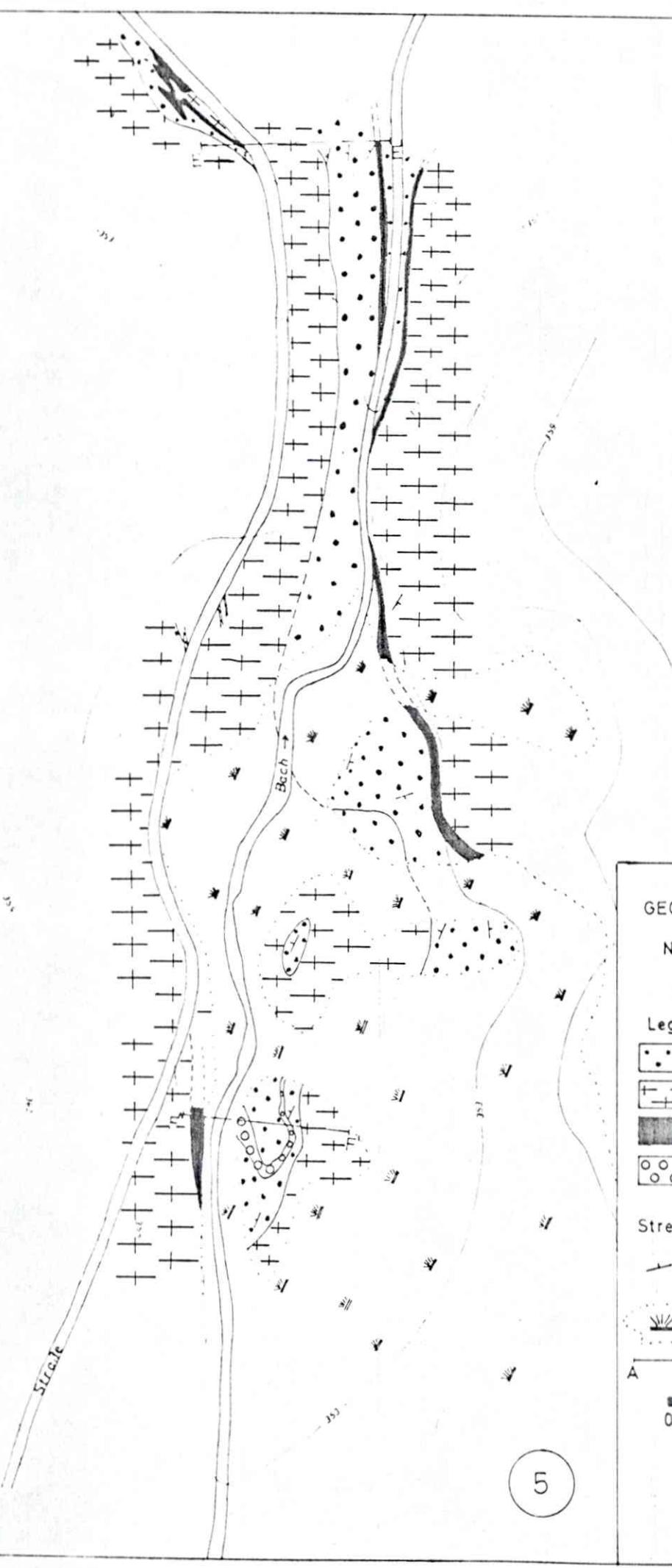
LEGENDE:

- Streichen und Fallen der s-Flächen Faltenachsen
- 0°-30°
 - 31°-60°
 - 61°-89°
 - saiger
- Sattelachse
- Muldenachse
- Störung (verm.) Verdal
- ↔ Verschiebung









GEOLOGISCHE KARTE des FENKLOP NEDRE FLOTTORP, NORWEGEN

Legende:

- [• •] grauer Gneis
- [+ +] roter Granitgneis
- [■ ■] Amphibolit
- [○ ○] Quarzgang oder -linse

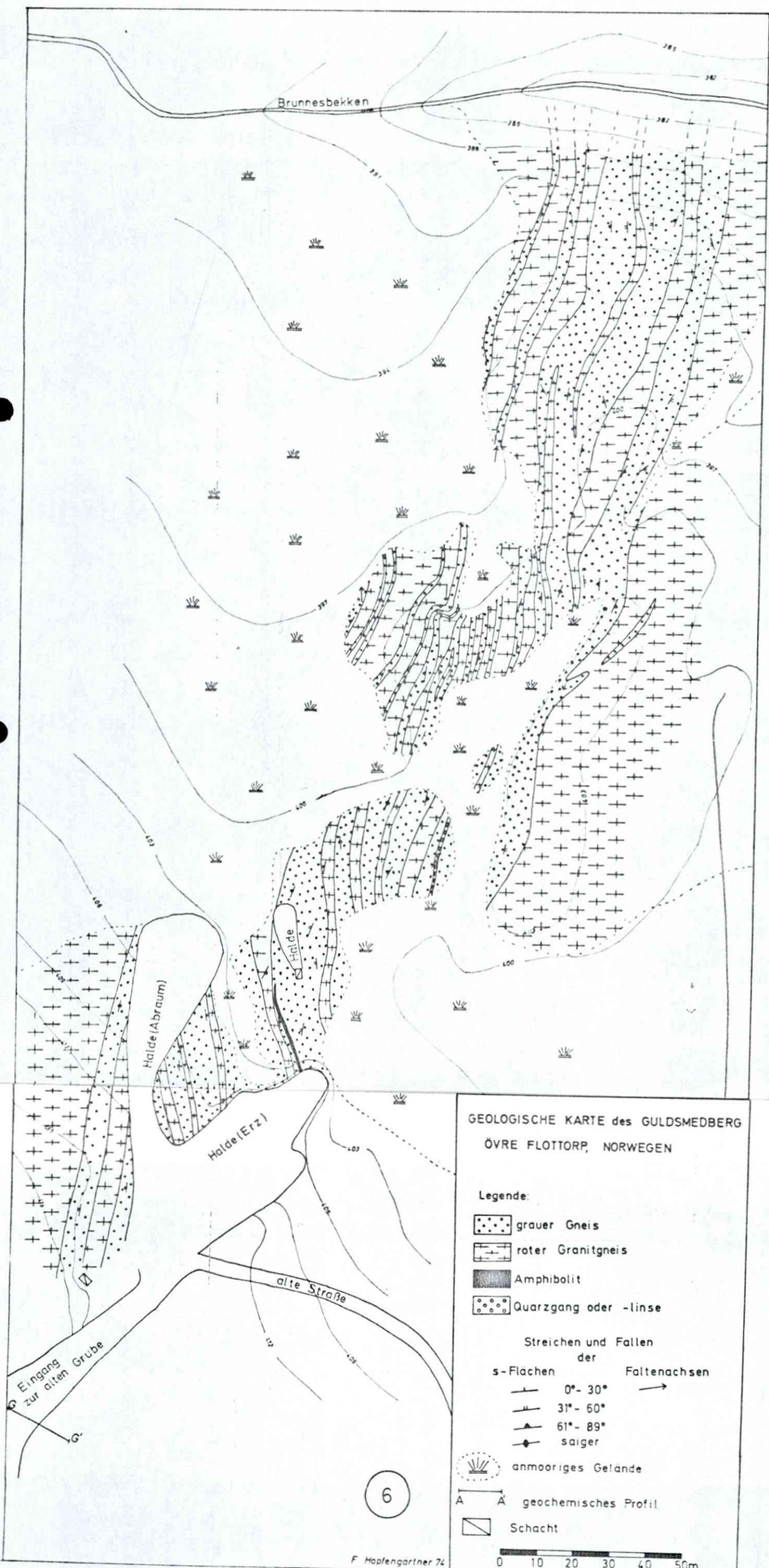
Streichen und Fallen der s-Flächen

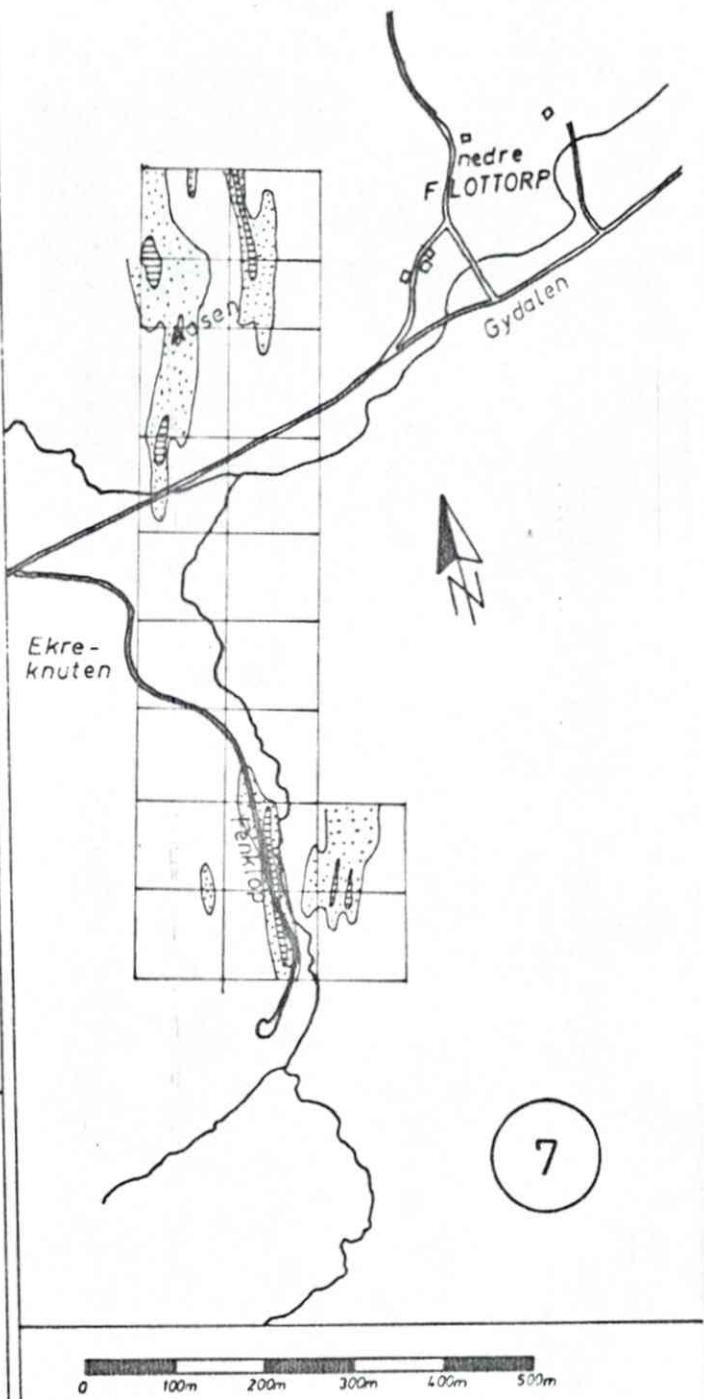
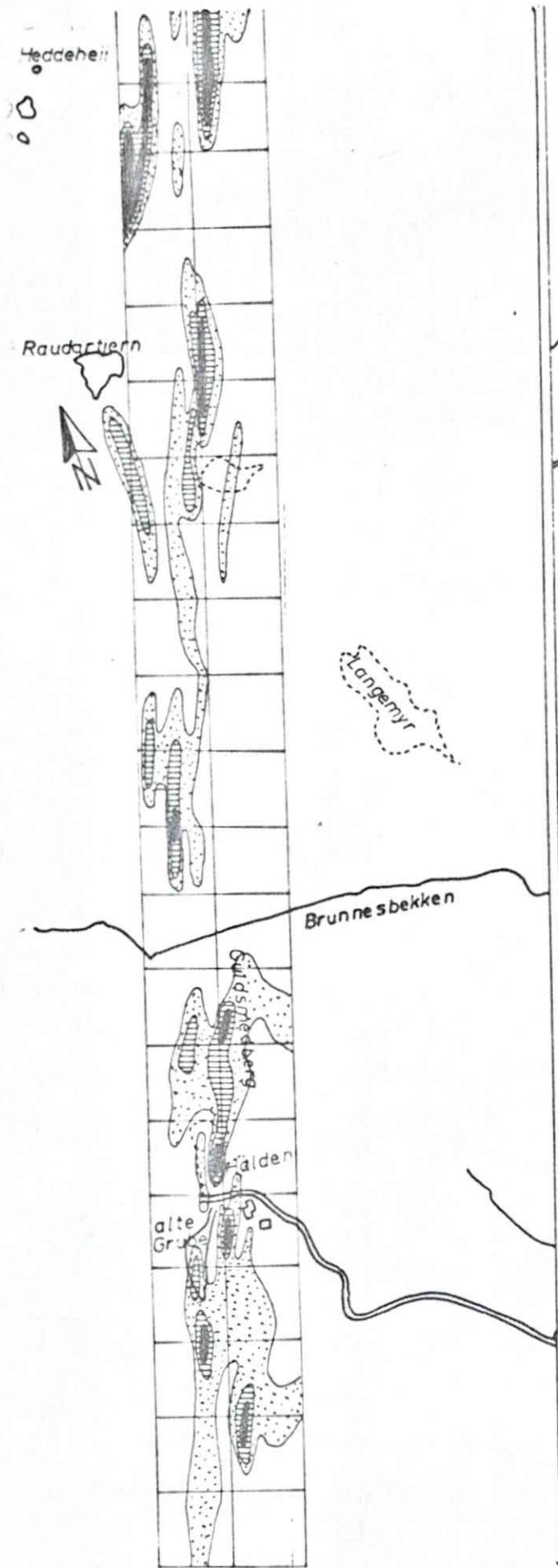
↗ 0°-30° ↘ 31°-60°

[dotted pattern] anmooriges Gelände

A — A' Geochemisches Profil







Anomalienkarte Geoelektrik
(induzierte Polarisation)
5 - 10 - 15 %
Molybdänlagerstätte Flottorp
Südnorwegen

Atterdal F. V.

München, den 18.4.74
MÖTTATT

23 APR. 1974

Sehr geehrter Herr Dr. Heim,

vielen Dank für die Ergebnisse der chemischen Analysen.

Es ging ja wider Erwarten recht schnell. Sollten trotz der schlechten Ergebnisse dieser Analysen die Bohrkerne auch analysiert worden sein, was ich für sinnvoll halte, so bin ich selbverständlich an diesen Ergebnissen auch interessiert. Sie schrieben mir mal im Februar über hohe Goldwerte aus den Kernen, in den Profilen sind die Goldgehalte ja recht gering. Ich nehme nicht an, daß man in Kjeller beispielsweise die Proben nicht gemischt hat, da sie ja sichre durch den Versand nach der Schwere getrennt wurden.

Erstaunlich sind die doch recht hohen Wolframgehalte, welche nicht immer parallel zu hohen Mo-Gehalten gehen. Bis jetzt konnte ich keine Wolframminerale feststellen. Ich werde auf alle Fälle einmal die Molybdänglanze unter die Mikrosonde legen, ob da nicht Tungstenit vorliegt.

Ansonsten liegen keine neuen Ergebnisse vor. Zur Zeit bin ich dabei die Arbeit so zu schreiben, daß man sie jemandem zum Lesen geben kann, was ja bekanntlich der schwierigste Teil einer solchen Arbeit ist. Dennoch hoffe ich in den nächsten 6-8 Wochen fertig zu sein.

Es grüßt Sie herzlich

Fritz Hoffnungsthal

WERBEAGENTUR
VON HOLZSCHUHER & ULRICH GMBH





BORREGAARD
INDUSTRIES LIMITED, NORGE

Folldal Verk A/S
2580 FOLLDAL

Berle

Hain

MOTTATT

- 8 MARS 1974

1701 SARPSBORG

Telofon: (031) 51 120

Telegramadresse:

Borregaard Sarpsborg

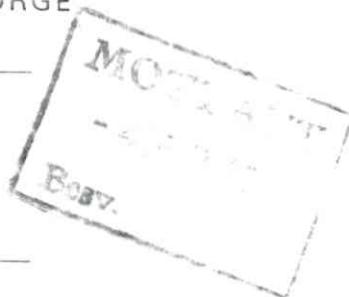
Telofex: Oslo 11400

Poengiro: 36000

Bankforbindelse:

Christiania Bank og Kreditkasse, Oslo

Bankgiro: 6001.05.58010



Deres brev

Deres ref.

Vår ref. BFO/mv/ill

Dato 26.2.1974

Att.: Morten Berle.

Ang. bestemmelse av Au og Mo i borkjernerprøver, Flottorp.

Vi viser til ovennevnte og oversender Dem herved analyseresultatene på 5 prøver fra Deres geologiske undersøkelsesfelt, Flottorp.

Analyseresultatene er som følger: Mo i g/tonn Au i g/tonn

Prøve merket:	Prøve nr. I, Bh. nr. I	380	0,15
"	" V, " " II	290	0,68
"	" 15, " " IV	150	0,45
"	" 22, " " VI	300	0,59
"	" 24, " " VII	95	0,37

Resultatene er middelverdi av fire parallelle analyser. Oppslutningsprosedyre er den samme som beskrevet i brev av 27.11.1973. Molybden ble bestemt i vandig miljø, mens gull ble bestemt i organisk fase.

Vennlig hilsen
for BORREGAARD INDUSTRIES LIMITED

Miklos Varga
Miklos Varga
ingeniør

Orige prøve er sendt til analyse

hrs

Analysen aus den Kernbohrungen Flottorp 1972 auf
Mo, W, Cu, Au.

Analysen Nr.	Bohrloch Nr.	von m bis m	Au
No 1	No 1	0,3 - 2,6	0,15
No 2	No 1	2,6 - 6,5	
No 3	No 1	6,5 - 7,05	
No 4	No 2	0,1 - 2,6	
No 5	No 2	2,6 - 4,7	0,68
No 6	No 2	4,7 - 6,5	
No 7	No 2	6,5 - 7,25	
No 8	No 3	0,0 - 1,1	
No 9	No 3	1,1 - 2,1	
No 10	No 3	2,1 - 3,9	
No 11	No 3	3,9 - 5,6	
No 12	No 3	5,6 - 7,1	
No 13	No 3	7,1 - 8,0	
No 14	No 4	0,0 - 4,95	
No 15	No 4	4,95 - 7,5	0,45
No 16	No 4	7,5 - 11,8	
No 17	No 5	0,0 - 1,6	
No 18	No 5	1,6 - 6,4	
No 19	No 6	0,0 - 1,2	
No 20	No 6	1,2 - 4,4	
No 21	No 6	4,4 - 9,6	
No 22	No 6	9,6 - 14,0	0,59
No 23	No 6	14,0 - 17,75	
No 24	No 7	0,0 - 2,7	0,37
No 25	No 7	2,7 - 7,75	